# Pohybové ústrojí

## Pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii

**Vydává**
**Společnost pro pojivové tkáně ČLS J. E. Purkyně z.s.**
**Odborná společnost ortopedicko-protetická ČLS J. E. Purkyně z.s.**
**Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu, s.r.o.**

**ročník 24 / 2017 číslo 2**

EMBASE / Excerpta Medica | Bibliographia medica Čechoslovaca

ISSN 2336-4777

## Systém výživy kloubů dle výzkumu prof. MUDr. Milana ADAMA, DrSc.

*Originální český kolagenní doplněk stravy* ***GELADRINK®*** *byl vyvinut na základě výzkumu revmatologa a spoluzakladatele společnosti Orling s.r.o. prof. MUDr. Milana ADAMA, DrSc., člena Akademie věd v New Yorku, oceněného prestižní cenou UNESCO za celoživotní přínos lékařské vědě.*

doplněk stravy

# DOPORUČUJÍ

## odborné společnosti

SPOLEČNOST PRO POJIVOVÉ TKÁNĚ ČLS J.E. Purkyně

ODBORNÁ SPOLEČNOST ORTOPEDICKO-PROTETICKÁ ČLS J.E. PURKYNĚ
PRAHA ČESKÁ REPUBLIKA

ČESKÁ SPOLEČNOST TĚLOVÝCHOVNÉHO LÉKAŘSTVÍ

## 22 let existence na trhu!

## GELADRINK® obsahuje:

**+ kolagenní peptidy GELITA®**
kolagenní bílkovina přispívá k udržování normálních kostí

**+ vitamín C**
přispívá k normální formaci kolagenu pro normální funkci kostí a chrupavek

**+ glukosamin a chondroitin sulfáty**
jsou součástí kloubní chrupavky

**+ antioxidanty, MSM a další látky**
s příznivými nutričními a fyziologickými účinky doplňujícími běžnou stravu a vyživující kosti, chrupavky, klouby a pojivové tkáně

**BEZPLATNÁ LINKA - 800 108 999 - WWW.ORLING.CZ**

*Zdravá a vyvážená strava a zdravý životní styl jsou nezbytné. Doporučená denní dávka 12 kapslí nebo jedna odměrka. Užívejte 3 měsíce.*
*Není určeno pro děti do 12 let, těhotné a kojící ženy. Doporučenou denní dávku nepřekračujte.*

# POHYBOVÉ ÚSTROJÍ

ročník 24, 2017, číslo 2 | datum vydání: 30. 4. 2019

## REDAKČNÍ RADA

VEDOUCÍ REDAKTOR: prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.
ZÁSTUPCI VEDOUCÍHO REDAKTORA: prof. Ing. Miroslav Petrtýl, DrSc.
RNDr. Martin Braun, Ph.D.
VĚDECKÝ SEKRETÁŘ: MUDr. Miloslav Kuklík, CSc.
ODPOVĚDNÝ REDAKTOR: Ing. Pavel Lorenc

doc. RNDr. Pavel Bláha, CSc.
prof. Ing. Jan Čulík, DrSc.
MUDr. Jiří Funda
Ing. Hana Hulejová
prof. MUDr. Josef Hyánek, DrSc.
doc. MUDr. Petr Korbelář, CSc.
MUDr. Petr Krawczyk
doc. MUDr. Vladimír Kříž
prof. Ing. František Maršík, DrSc.
doc. RNDr. Ivan Mazura, CSc.
MUDr. Pavel Novosad
PhDr. Iveta Pallová, Ph.D.
prof. MUDr. Ctibor Povýšil, DrSc.
doc. RNDr. Petr Sedlak, Ph.D.
prof. MUDr. Václav Smrčka, CSc.
prof. PhDr. Jiří Straus, DrSc.
doc. MUDr. Ivan Vařeka, CSc.
MUDr. Jan Všetička
RNDr. Daniela Zemková, CSc.

## MEZINÁRODNÍ REDAKČNÍ RADA

Professor Dr. Ing. Romuald Bedzinski, Wroclaw, Poland
Assoc. Professor Michael Bellemore, F.R.A.C.S., Sydney, Australia
Assoc. Professor Jacques Cheneau, MD, Saint Orens, France
Professor Mikhail Dudin, MD, PhD, DSc., St. Petersburg, Russia
Professor Mohamed Alam-Eldin, MD, Sohag, Egypt
Radwan Hilmi, M.D., Lyon, France
Assist. Professor Jacek Karski, M.D., PhD. Lublin, Poland
Professor Tomasz Karski, MD, PhD, Lublin, Poland
Professor Milan Kokavec, MD. PhD., Bratislava, Slovakia
Doc. Dr. Med. Kazimierz S. Kozlowski, M.R.A.C.R., Sydney, Australia
Assist. Professor Aleksey Shashko, MD, St. Petersburg, Russia

**Pohybové ústrojí. Pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii.**

ISSN 2336-4777 (od roku 2013 pouze on-line verze)
Vydává Společnost pro pojivové tkáně ČLS J. E. Purkyně z.s.
& Odborná společnost ortopedicko – protetická ČLS J. E. Purkyně z.s.
& Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu, s. r. o.
Excerpováno v Excerpta Medica a Bibliographia medica Čechoslovaca.
Návrh a grafická úprava obálky Pavel Lorenc.
Časopis je na Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v České republice. Dvě čísla časopisu vycházejí v elektronické verzi jako ročník s průběžným vydáváním příspěvků po recenzi.
Při příležitosti sympozií je dvakrát ročně vydáváno supplementum.

Pro současné odběratele časopisu PÚ a další zájemce doporučujeme přihlásit se na http://www.pojivo.cz/en/newsletter/, zadat jméno a e-mailovou adresu, na kterou bude časopis posílán.
Na webové doméně SPT ČLS JEP http://www.pojivo.cz/cz/pohybove-ustroji/ naleznete ve formátu PDF všechna jednotlivá čísla a dvojčísla časopisu (včetně Supplement) vydaná od roku 1997.
Rukopisy zasílejte na adresu *profesor MUDr. Ivo Mařík, CSc., Olšanská 7, 130 00 Praha 3, (ambul_centrum@volny.cz)* ve formátu doc. Vydavatel upozorňuje, že za obsah inzerce odpovídá výhradně inzerent. Časopis, jakožto nevýdělečný, neposkytuje honoráře za otištěné příspěvky.

# LOCOMOTOR SYSTEM

**Advances in Research, Diagnostics and Therapy**

Published by The Society for Connective Tissues, Czech Medical Association of J. E. Purkyně, Prague, Society for Prosthetics and Orthotics, Czech Medical Association of J. E. Purkyně, Prague, Czech Republic and Ambulant Centre for Defects of Locomotor Apparatus Prague, Czech Republic

**Call for papers**

Support this journal by sending in your best and most interesting papers. The issue of the journal is published during whole year after proof acceptation of the reviewers. In occasion of the symposia (twice a year) is published the supplement.

Chief editor: Ivo Mařík
Associate Editors: Miroslav Petrtýl, Martin Braun
Scientific Secretary: Miloslav Kuklík
Responsible Editor: Pavel Lorenc

**Editorial board**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Romuald Bedzinski | Mohamed Alam-Eldin | Tomasz Karski | František Maršík | Aleksey Shashko |
| Michael Bellemore | Jiří Funda | Milan Kokavec | Ivan Mazura | Václav Smrčka |
| Pavel Bláha | Radwan Hilmi | Petr Korbelář | Pavel Novosad | Jiří Straus |
| Jacques Cheneau | Hana Hulejová | Petr Krawczyk | Iveta Pallová | Ivan Vařeka |
| Jan Čulík | Josef Hyánek | Vladimír Kříž | Ctibor Povýšil | Jan Všetička |
| Mikhail Dudin | Jacek Karski | Kazimierz Kozlowski | Petr Sedlak | Daniela Zemková |


Submitted papers: Locomotor System will review for publication manuscripts engaged in diagnostics and interdisciplinary treatment of genetic and metabolic skeletal disorders, limb anomalies, secondary osteoporosis, osteo/spondyloarthritis and another disorders that negatively influence development and quality of locomotor apparatus during human life. Both papers on progress in research of connective tissue diagnostics, medical and surgical therapy of multiple congenital abnormalities of skeleton mainly in the fields of paediatric orthopaedic surgery and plastic surgery, orthotics and prosthetics treatment, and papers dealing with biomechanics, clinical anthropology and paleopathology are appreciated.

The journal has an interdisciplinary character which gives possibilities for complex approach to the problems of locomotor system. The journal belongs to clinical, preclinical and theoretical medical branches which connect various up-to-date results and discoveries concerned with locomotor system. You can find the volumes of Locomotor System journal at http://www.pojivo.cz/cz/pohybove-ustroji/ since 1997 (free of charge). Since 2013 only electronic edition of the journal is available. That is why we recommend to all subscribers and those interested apply at http://www.pojivo.cz/en/newsletter, enter personal data, titles and e-mail address where the journal will be mailed.

Abstracts of presented papers are excerpted in EMBASE/Excerpta Medica (from the year 1994) and in the Bibliographia medica Čechoslovaca (from the year 2010). We prefer the manuscripts to be prepared according to Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (Vancouver Declaration, Brit med J 1988; 296, p. 401–405).

24. ročník časopisu Pohybové ústrojí,
je věnován jubilantům členům redakční rady

**prof. MUDr. Janě Pařízkové, DrSc. (85 let)**
**a**
**prof. Ing. Františkovi Maršíkovi, DrSc. (75 let)**

The 24th volume of Locomotor System journal,
is dedicated to the anniversary of

**Professor Jana Pařízková, MD, DSc (85 yrs.)**
**and**
**Professor Eng. František Maršík, DSc (75 yrs.)**

# POHYBOVÉ ÚSTROJÍ, 24, 2017, č. 2

Pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii

# OBSAH

SLOVO ČTENÁŘŮM – EDITORIAL ..... 128

OBRÁZEK NA TITULNÍ STRANĚ A POPIS

Rentgenologické projevy spondyloepifyzární dysplazie vrozené ..... 131

PŘEHLEDOVÉ REFERÁTY

Karski Tomasz, Karski Jacek, Karska Klaudia, Karska Katarzyna, Menet Honorata
Patologie kyčle, kolena, hlezna a páteře v důsledku habituálního postoje "pohov" na levé dolní končetině ..... 137

Bláha Pavel
Antropologické výzkumy České (Československé) populace v minulosti a současnosti ..... 152

Zemková Daniela, Mařík Ivo, Hudáková Olga
Základy antropometrie a auxologie pro pediatry, dětské ortopedy, ortopedické protetiky, biomechaniky, specialisty v rehabilitaci a fyzioterapeuty ..... 170

Vrátná Eliška, Vařeková Jitka, Vařeka Tomáš, Daďová Klára, Strnad Pavel, Pyšková Barbora, Fejfarová Vladimíra
Rehabilitace u pacientů s prediabetem a diabetem mellitem 2. typu ..... 212

PŮVODNÍ PRÁCE

Čulík Jan
Biomechanický model chůze, běhu a skoku ..... 226

## ZPRÁVY

Hyánek Josef
Lépe bych život už znovu neprožil. Galén, 2017 ..... 249

Povýšil Ctibor et al.
Patomorfologie chorob kostí a kloubů. Galén, 2017 ..... 253

Informace o Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP ..... 258

Přihláška řádného člena SPT ..... 259

Braun Martin, Brettschneider Ivo, Zelenková Jana
Vzpomínka na RNDr. Otto Zajíčka, CSc. ..... 262

Hulejová Hana, Braun Martin
Vzpomínka na doc. RNDr. Janu Novotnou, CSc. ..... 265

SMĚRNICE AUTORŮM ..... 267

OBSAH ROČNÍKU 2016 ..... 272

OBSAH ROČNÍKU 2017 ..... 278

# LOCOMOTOR SYSTEM, 24, 2017, No. 2

Advances in Research, Diagnostics and Therapy

# CONTENT

A WORD TO READERS – EDITORIAL ..... 128

TITLE PICTURE AND DESCRIPTION

Typical radiographic features of spondyloepiphyseal Dysplasia Congenita ..... 134

REVIEW ARTICLES

Karski Tomasz, Karski Jacek, Karska Klaudia, Karska Katarzyna, Menet Honorata
Pathology of the hip, knee, shank and spine due to the habit of standing 'at ease' on the right leg ..... 137

Bláha Pavel
Anthropological research of Czech (Czechoslovak) population in the past and present ..... 160

Zemková Daniela, Mařík Ivo, Hudáková Olga
Fundamentals of anthropometry and auxology for paediatricians, paediatric orthopaedics, biomechanics, specialists in orthotics and prosthetics, rehabilitation and physiotherapists .... 170

Vrátná Eliška, Vařeková Jitka, Vařeka Tomáš, Daďová Klára, Strnad Pavel, Pyšková Barbora, Fejfarová Vladimíra
Rehabilitation of patients with pre-diabetes and type 2 diabetes mellitus ..... 212

ORIGINAL PAPERS

Čulík Jan
Biomechanical model of walking, running and jumping ..... 226

## NEWS

Hyánek Josef
I would better not live again (in Czech). Galen, 2017 ..... 249

Povýšil Ctibor et al.
Pathomorphology of bone and joint diseases (in Czech). Galen, 2017 ..... 253

Membership application of The Society for Connective Tissues, Czech Medical Association J.E. Purkynje, Prague, CZ ..... 259

Information on the Society for Connective Tissues, Czech Medical Association J.E. Purkynje, Prague, CZ ..... 260

Braun Martin, Brettschneider Ivo, Zelenková Jana
RNDr. Otto Zajíček, Ph.D. – in memoriam ..... 262

Hulejová Hana, Braun Martin
Assoc. Professor RNDr. Jana Novotná, Ph.D. – in memoriam ..... 265

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS ..... 270

CONTENTS OF VOLUME 2016 ..... 275

CONTENTS OF VOLUME 2017 ..... 281

# SLOVO ČTENÁŘŮM | A WORD TO READERS

**Vážení čtenáři, autoři a inzerenti!**

Děkujeme za Vaši pomoc při tvorbě mezioborového odborného recenzovaného časopisu *„Pohybové ústrojí – pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii (dále PÚ)".*

Opakujeme, že od roku 2013 je časopis PÚ vydáván pouze v elektronické formě (v roce 2014 bylo přiděleno nové ISSN 2336-4777). Časopis PÚ byl v roce 2008 zařazen Radou pro výzkum, vývoj a inovace vlády ČR na Seznam recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v České republice. V souvislosti se změnou v elektronickou formu vydávání v roce 2013 časopis nedopatřením vypadl z tohoto Seznamu. Od roku 2015 je elektronická forma Pohybového ústrojí opět na Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik.

Pro zájemce o zasílání elektronické formy časopisu PÚ doporučujeme přihlásit se na http://www.pojivo.cz/en/newsletter/, zadat jméno a e-mailovou adresu, na kterou bude časopis posílán. Upozorňujeme, že všechna jednotlivá čísla a dvojčísla časopisu (včetně Suplement) vydaná od roku 1997 naleznete ve formátu PDF na webové doméně Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP z.s. http://www.pojivo.cz/cz/pohybove-ustroji/ (bezplatný přístup).

Vzhledem k trvajícímu nedostatku tematicky vhodných odborných příspěvků a k elektronickému vydávání časopisu se redakční rada rozhodla vydávat od roku 2016 příspěvky přijaté po recenzi k publikaci v časopisu PÚ v chronologickém pořadí jako číslo 1 a 2, dále dvě samostatná Suplementa s příspěvky ze symposií Kubátovy dny a Prague-Lublin-Sydney-St.Petersburg Symposium. Nedostatek příspěvků je příčinou zpoždění vydávání časopisu, proto číslo 1 vychází až v dubnu 2019.

24. ročník časopisu Pohybové ústrojí (2017) je věnován jubilantům – čestným členům SPT ČLS JEP z.s., a to paní prof. MUDr. Janě Pařízkové, DrSc. (85 let), které byla udělena Zlatá pamětní medaile České lékařské společnosti J.E. Purkyně (ČLS JEP) z.s. a panu prof. Ing. Františkovi Maršíkovi, DrSc. (75 let), který byl oceněn jednak Diplomem čestného členství ve Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP z.s. a jednak Čestnou medailí ČLS JEP z.s. při příležitosti konání 22. Kubátových dnů v Praze (17.–18. 3. 2017). Jejich odborná CV jsou uvedena v Suplementu 1 časopisu Pohybové ústrojí, roč. 24.

Během konání The 19th Prague-Lublin-Sydney-St. Petersburg Symposia v Praze (13.–16. 9. 2017) byli oceněni Diplomem čestného členství ve Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP z.s. paní RNDr. Jana Danešová, CSc., pan prof. MUDr. Vladimír Palička, CSc., dr.h.c. a pan prof. Dr. Med. Hans Zwipp. Čestné členství v Ortopedicko-protetické společnosti ČLS JEP z.s. bylo uděleno panu MUDr. Karlovi Čížkovi a panu MUDr. Jiřímu Vosátkovi za zásluhy o rozvoj a udržení oboru ortopedická protetika v České republice. Odborná CV jmenovaných kolegů jsou uveřejněna v Suplementu 2 časopisu Pohybové ústrojí roč. 24.

V rubrice **zprávy** naleznete informaci o dvou úspěšných publikacích, které v roce 2017 byly vydány nakladatelstvím GALEN. Jde o monografie dvou vynikajících českých vědců, špičkových odborníků a významných vysokoškolských pedagogů pana prof. MUDr. Josefa Hyánka, DrSc. a pana prof. MUDr. Ctibora Povýšila, DrSc. Oba profesoři jsou nositeli zlatých medailí České lékařské společnosti JEP a jsou čestnými členy Společnosti pro pojivové tkáně České lékařské společnosti JEP. Monografie – autobiografie prof. Hyánka, nazvaná „Lépe bych život už znovu neprožil", každého čtenáře osloví svým „dobrodužným" obsahem velmi skromně a čtivě podaným. Monografie prof. Povýšila (a 3 kolegů) „Patomorfologie chorob kostí a kloubů" je velmi zdařilým koncisním shrnutím jeho exaktní celoživotní odborné a vědecké práce. Monografie byla v roce 2018 oceněna 2. cenou České lékařské společnosti J.E. Purkyně.

V roce 2017 nás bohužel opustili tři členové SPT ČLS JEP, a to paní doc. RNDr. Jana Novotná, CSc., pan prof. MUDr. Jaromír Kolář, DrSc. a pan RNDr. Otto Zajíček, CSc. Prof. Kolář a RNDr. Zajíček byli zakládající a čestní členové Společnosti a členové redakční rady časopisu Pohybové ústrojí. V tomto čísle najdete vzpomínky na RNDr. Zajíčka, CSc. a doc. RNDr. Novotnou, CSc. Oba se dle svých možností a schopností zasloužili o rozvoj SPT ČLS JEP a odbornou úroveň časopisu Pohybové ústrojí.

Vzpomínka na prof. Koláře, který patřil k významným českým radiologům uznávaným v zahraničí, byla uveřejněna v čísle 1, PÚ 2017.

Koncem roku 2018 jsme se rozloučili se dvěma významnými členy redakční rady časopisu Pohybové ústrojí a čestnými členy SPT ČLS JEP a Ortopedicko-protetické společnosti ČLS JEP panem doc. MUDr. Ivanem Hadrabou, CSc. a panem profesorem MUDr. Jaroslavem Blahošem, DrSc. Vzpomínky na tyto naše 2 kolegy, kterých jsme si vysoce vážili, byly publikovány v Suplementu 1, PÚ 2019.

Jako v letech minulých je posláním časopisu PÚ uveřejňovat vědecké práce zabývající se diagnostikou a symptomatickým mezioborovým léčením genetických kostních chorob, vrozených defektů končetin, sekundární osteoporózy, osteo/spondyloartrózy, ale i jiných chorob, které ve svých důsledcích negativně ovlivňují vývoj a kvalitu pohybové ústrojí v průběhu lidského života. Dále práce vycházející z výzkumu pojivových tkání na všech úrovních poznání, práce orientované na biochemickou, morfologickou, genetickou a molekulární diagnostiku chorob pohybového ústrojí. Zvláštní pozornost je přikládána pracím z oblasti ortopedické a antropologické biomechaniky, neuroadaptačním změnám skeletu v období růstu, řízené remodelaci pojivových tkání, studiím muskuloskeletálních a neuronálních interakcí v závislosti na léčebných metodách (kalciotropní léky, rehabilitace, ortoticko-protetické a operační léčení) a v neposlední řadě sdělením antropologickým a paleopatologickým. Oceňujeme především interdisciplinárně zaměřené práce. V anglickém jazyce jsou publikována sdělení zahraničních i našich autorů. Žádaným doplněním obsahu časopisu jsou zprávy ze sjezdů a konferencí. V rubrice zprávy zveřejňujeme oznámení o životním výročí členů RR časopisu, SPT ČLS JEP z.s., Ortopedicko-protetické společnosti (OPS) ČLS JEP z.s. a významných osobností, sdělení o prioritních pozorováních, ze studijních a poznávacích cest aj.

V každém ročníku naleznete směrnice pro autory příspěvků, kterým věnujte prosím pozornost při tvorbě Vašich vědeckých sdělení.

Souhrny prací publikovaných v časopisu jsou excerpovány v EMBASE / Excerpta Medica (od r. 1994) a v Bibliographia medica Čechoslovaca (od r. 2010).

K prosazení časopisu Pohybové ústrojí mezinárodně je velmi významné citovat práce v našem časopisu uveřejněné v příspěvcích posílaných do zahraničních časopisů s impakt faktorem. Pro zvýšení úrovně časopisu PÚ je nezbytné získávat původní kvalitní práce a kazuistiky, které doporučujeme publikovat v angličtině, s cílem zvýšit zájem o náš časopis v odborném světě. Souhrny původních prací doporučujeme psát co nejvýstižněji, strukturovaně, česky a anglicky (objectives, methods, results and discussion), s klíčovými slovy.

Těšíme se na Vaši spolupráci a tvůrčí připomínky.

Redakční rada

# OBRÁZEK NA TITULNÍ STRANĚ – POPIS TYPICKÉ RENTGENOLOGICKÉ PROJEVY SPONDYLOEPIFYZÁRNÍ DYSPLAZIE VROZENÉ (MIM 183900)

Obrázek na titulní straně časopisu demonstruje charakteristické rentgenologické projevy **spondyloepifyzární dysplazie vrozené** (MIM 183900) V písemnictví se užívá synonymní název Sprangerova-Wiedemannova choroba.

**Spondyloepifyzární dysplazie vrozená** (SED vrozená) je vzácná kostní dysplazie připomínající klinickými a radiologickými nálezy plynulé spektrum kolagenopatií typu 2 (alelické mutace COL2A1). Pozorují se abnormality enchondrální osifikace obratlových těl a epifýz dlouhých kostí.

**Na titulním obrázku** jsou zobrazeny patognomonicky významné rentgenologické změny u 3 různých pacientů.

**Vlevo nahoře –** krční páteř v bočné projekci a transorální projekci (40 let)
**Vlevo dole** – torakolumbální páteř v AP projekci a bočné projekci (34 let)
**Uprostřed** – torakolumbální páteř v bočné projekci (2,5 roku)
**Uprostřed vpravo** – levý bérec v AP projekci (2 roky)
**Vpravo nahoře** – L ruka v AP projekci (11 let a 1,5 roku)
**Vpravo dole** – levý kyčelní kloub v AP projekci (11 let a 2 roky)

## **Hlavní rentgenologické příznaky** (Spranger et al. 2002):

**U kojenců** opoždění osifikace skeletu, pubických kostí, epifýz v oblasti kolen, obratlů horní krční páteře. *V dětství* chybí osifikace hlavic femurů a krčků s různým stupněm coxa vara. Acetabula jsou horizontální více než normálně. Kyčelní kosti jsou krátké, lopaty nejsou typicky rozšířené. U těžkých případů je posunutí velkých trochanterů nahoru. Platysondylie s klínovitými obratlovými těly (báze klínu vzadu) vede k charakteristickému hruškovitému tvaru obratlů v dětství a později k proměnlivým změnám. U dospělých se obvykle vyvíjí klínovité hrudní obratle a nakonec kyfoskolióza. Vždy by měl být ověřen stupeň hypoplazie a nedostatečné osifikace processus C2 obratle (dnes lze spolehlivě zobrazit pomocí CT vyšetření s 3D rekonstrukcí). Rentgenologické změny končetin nejsou příliš závažné a zahrnují metafyzární abnormality, oploštění osifikačních center epifýz dlouhých kostí a opoždění osifikace pubických kostí. *V dospělosti* je krátká páteř, mírná kyfoskolióza a akcentovaná bederní lordóza, oploštění a nepravidelnosti obrysů obratlových těl, hypoplazie processus odontoideus anebo chybějící fúze s tělem obratle C2. Coxa vara s proximálním posunutím velkých trochanterů femurů a normálně lokalizované malé hlavice femurů.

**Klinické příznaky:** SED vrozená může být diagnostikována při narození a je charakterizována krátkou disproporcionální dysplazií s krátkým krkem a trupem, který je z části důsledkem platyspondylie a z části je způsoben coxa vara, skrytou flexí v kyčlích a doprovázející lumbální lordózou. Přidružuje se soudkovitý hrudník, pectus carinatum a krátké dolní končetiny s genu valgum, méně často s genu varum. Dalšími klinickými příznaky je plochý obličej, hypertelorismus s mírnou protrusí

Použity kopie RTG snímků z archivu Ambulantního centra pro vady pohybového aparátu s.r.o., Olšanská 7, 130 00 Praha 3.

očí, myopie se vyskytuje v přibližně 50 % případů, někdy bývá rozštěp patra a pedes equinovari, u většiny případů jsou ruce a nohy normální velikosti. Kojenci jsou hypotoničtí, motorický vývoj může být opožděn, duševní vývoj je ale normální. Častá je hypoplazie processus odontoideus C2, laxicita ligament a hypotonie disponuje k atlantoaxiální dislokaci a kompresi míchy v úrovni C2, C3.

**Genetický přenos:** Většina případů se vyskytuje sporadicky, ale byla referována i autosomálně dominantní dědičnost. Mnohonásobné postižení dětí nepostižených rodičů se vysvětluje gonadálním mosaicismem. Spranger a Langer (1974) upozornili na možnost recesivní formy. Prenatální diagnostika je možná mutační analýzou genu COL2A1 z choriových klků nebo amniálních buněk (jestliže je mutace známá u postižených rodičů).

**Molekulární patologie:** SED vrozená je výsledkem jediné základní substituce, delece nebo duplikace části COL2A1 genu.

**Průběh a prognóza:** krátká porodní délka, někdy pedes equinovari anebo rozštěp patra. Motorický vývoj může být opožděný ale duševní vývoj je v prvních letech normální. Respirační komplikace mohou být výsledkem abnormálně malého hrudníku. Byla popsána tracheomalacie. Hypoplazie processus odontoideus C2 predisponuje k atlanto-axialní dislokaci a kompresi míchy v úrovni C2,

C3. Myopie je běžná. Výška dospělých je mezi 84 a 145 cm. Prevalence SED vrozené je přibližně 3,4 :1 milionu (Wynne-Davies, Hall 1982).

**Léčení** je symptomatické. Individuálně se indikuje chirurgická korekce equinovarozních deformit, rozštěpu patra, příležitostně stabilizace krční páteře a pravidelně oftalmologické vyšetření. Opatrnost je nezbytná při celkové anestézii vzhledem k atlanto-axialní instabilitě.

## Diferenciální diagnóza

Diferenciálně diagnosticky uvažujeme o Kniestově dysplazii a Sticklerově dysplaszii (tzv. spektrum chorob způsobených mutacemi COL2A1 genu) a klinicky se podobá chorobě Morquio (mukopolysacharidóza IV).

Na základě RTG snímků lze s jistotou potvrdit genetickou diagnózu. Určení správné diagnózy již v batolecím věku zabrání dalšímu finančně nákladnému vyšetřování. Určení správné klinicko-antropologicko-radiologické diagnózy je významné také pro vědecké pracovníky, zabývající se kostní biologií, protože mohou využít již známé informace o klinických korelacích genů a proteinů.

# TITLE PICTURE – DESCRIPTION TYPICAL RADIOGRAPHIC FEATURES OF SPONDYLO-EPIPHYSEAL DYSPLASIA CONGENITA (MIM NO.183900)

TITLE PICTURE DEMONSTRATES **Spondyloepihyseal dysplasia (SED) congenita** (MIM No.183900). Synonym: Spranger-Wiedemann disease

SED congenita is a rare bone dysplasia with suggestive clinical and characteristic radiographic findings that belongs to the continuous spectrum of type II collagenopathies (allelic mutations of the COL2A1). There is an abnormality of enchondral ossification affecting the vertebral bodies and the epiphyses of *the* long bones.

**In the title picture** is shown development of radiological skeletal features of 3 different patients:

**Cervical spine** in lateral and trans-oral projection (40 years)
**Thoracic and lumbar spine** in AP and lateral projection (34 years)
**Thoracic and lumbar spine** in lateral projection (2.5 years)
**Left shank**, AP view (2 years)
**Left hand**, AP view (11 and 1.5 years respectively)
**Left hip joint**, AP projection (11 and 2 years respectively)

**Major radiographic features** (**Spranger et al. 2002**):

**In infancy** retarded ossification of skeleton, the pubic bones and knee epiphyses and vertebral bodies of the upper cervical spine. In childhood absent ossification of the femoral head and neck accompanied by varying degrees of coxa vara. The acetabular roofs are more horizontal than normal. The iliac bones are short in length and lack the normal flaring of iliac wings. In severe cases upward displacement of the greater trochanter is present. Platyspondyly with posterior wedging of the vertebral bodies results in characteristic "pear shaped" vertebrae in childhood and variable changes later. In adult life usually develops wedge-shaped thoracic vertebrae and ultimately kyphoscoliosis The degree of hypoplasia and underossification of the odontoid process of C-2 should be verified. Radiological changes at the extremities of the limbs are not of great severity and include metaphyseal abnormalities and flattened or deformed epiphyseal ossification centres of the long bones and delayed ossification of the pubic bones. In adulthood short spine, moderate kyphoscoliosis, accentuated lumbar lordosis, flattening and irregularity of the outline of the vertebral bodies, odontoid hypoplasia and/or lack of fusion with the body of C-2. Coxa vara in many patients with high-riding femoral trochanters and normally located, small femoral heads.

**Major clinical findings:** SED congenita can be diagnosed at birth and is characterised by short disproportionate dwarfism with short neck and trunk, which is partly due to platyspondyly and partly to coxa vara, hidden flexion at the hips and the accompanying lumbar lordosis associated with barrel-shaped chest, pectus carinatum and short lower extremities with genu valgum (less frequently genu varum). Next clinic findings are flat face with wide-set slightly protruding eyes, myopia

X-rays from archive of the Ambulant Centre for Defects of Locomotor Apparatus l.l.c. in Prague, Czech Republic.

in approximately 50 % of cases and occasionally cleft palate and clubfeet but there are normal sized hands and feet in most cases. The infants are hypotonic, motor development may be delayed, mental development is normal. Hypoplasia of the odontoid process of C2, lax ligaments and hypotonia predispose to atlanto-axial dislocation and compression of the spinal cord at the level C2, C3.

**Genetic transmission:** Most cases are sporadic but autosomal dominant inheritance has been reported. Multiple affected children of unaffected parents are explained by gonadal mosaicism. Spranger and Langer (1974) have noted a possible recessive form. Prenatal diagnosis is possible by mutation analysis of the COL2A1 gene in choriogenic villi or amnion cells (if the mutation is known from an affected parent).

**Molecular pathology:** SED congenita results from single base substitution, deletion or duplication of a part of the COL2A1 gene.

**Course and prognosis:** at birth small stature, occasionally clubfeet and/or cleft palate. Motor development may be delayed but mental development is normal in the first years. Respiratory complications may result from the abnormally small thorax. Tracheomalacia has been described. Hypoplasia of the odontoid process of C2 predispose to atlanto-axial dislocation and compression of the spinal

cord at the level C2, C3. Myopia is common. Adult height may be between 84 and 145 cm. The prevalence of SEDC is approximately 3.4 per million (Wynne-Davie, Hall 1982).

**Treatment** is symptomatic. Individually is indicated correction of clubfoot deformities, cleft palate surgery, occasionally stabilization of the cervical spine and regular ophthalmologic examinations. Caution is necessary in general anaesthesia because of atlanto-axial instability.

## Differential diagnoses

There is a resemblance to Kniest dysplasia and Stickler dysplasia (so-called continuous spectrum of disorders caused by allelic mutations of the COL2A1 gene) and a clinical resemblance to Morquio disease (mucopolysaccharidosis IV).

**Key words:** skeletal dysplasia, Spondyloepiphyseal dysplasia congenita, radiologic diagnosis

## References

1. SPRANGER J, WIEDEMANN HR. 1966. Dysplasia spondyloepiphsaris congenita. Helv. Pediatr Acta, 21, p. 598–602.
2. SPRANGER JW, LANGER LO Jr. Spondyloepiphyseal dysplasia congenita. Radiology, 1970, 94, p. 313–322.
3. SPRANGER JW, LANGER LO Jr. Spondyloepiphyseal dysplasias. Birth Defects 1974, X(9): 19–61.
4. SPRANGER J, WINTERPRACHT A, ZABEL B. The type II collagenopathies: a spectrum of chondrodysplasias. Eur J Pediatr 153, 1994, p. 56–65.
5. SPRANGER JW, BRILL PW, POZNANSKI AK. Spondyloepiphyseal Dysplasia Congenita. In: Bone Dysplasias. An Atlas of Genetic Disorders of Skeletal Developement, 2nd Ed. Oxford, New York: Oxford University Press, 2002, p. 160–167.
6. SULKO J, CZARNY-RATAJCZAK M, WOZNIAK A, LATOS-BIELENSKA A, KOZLOWSKI K. Novel Amino Acid Substitution in the Y-Position of Collagen Type II Causes Spondyloepimetaphyseal dysplasia congenita. Amer. J. Med Genet 137A, 2005, p. 292–297.
7. TILLER GE, POLUMBO PA, WEISS MA, BOGAERT R, LACHMAN RS, COHN DH, RIMOIN DL, EYRE DR. Dominant mutations in the type II collagen gene, COL2A1, produce spondyloepimetaphyseal dysplasia, Strudwick type. Nat Genet 11, 1995, p. 87–89.
8. WYNNE-DAVIES R, HALL Ch. Two clinical variants of spondylo-epiphyseal dysplasia congenita. J Bone and joint Surg., Vol 64, 1982, No. 4, 435–441

**Professor Ivo Marik, MD, PhD**
Centre for Defects of Locomotor Apparatus l.l.c.
Olšanská 7
130 00 Prague
Czech Republic
E-mail: ambul_centrum@volny.cz

# PATOLOGIE KYČLE, KOLENA, HLEZNA A PÁTEŘE V DŮSLEDKU HABITUÁLNÍHO POSTOJE "POHOV" NA PRAVÉ DOLNÍ KONČETINĚ

# PATHOLOGY OF THE HIP, KNEE, SHANK AND SPINE DUE TO THE HABIT OF STANDING 'AT EASE' ON THE RIGHT LEG

KARSKI TOMASZ[1)], KARSKI JACEK[2)], KARSKA KLAUDIA[2)], KARSKA KATARZYNA[2)], MENET HONORATA[3)]

[1)] Vincent Pol University, Lublin, Poland, www.ortopedia.karski.lublin.pl
e-mail: t.karski@neostrada.pl, tmkarski@gmail.com

[2)] Medical University in Lublin, Poland

[3)] The University of Normandy in Caen, France
e-mail: menethonorata@gmail.com

## ABSTRACT

During years 1997 to 2018 the authors observed the habit of standing 'at ease' on the right leg and the pathology concerning the knee, hip and spine. They described a new cause of pathology of locomotor system. The standing on the right leg is permanent and because of it makes pathology influence on right shank, knee and hip. The habit of standing 'at ease' on the right leg causes shank and knee axis deformations and two etio-pathological types of scoliosis according to Lublin classification. In adults the habit of standing on the right leg leads to knee, hip and spine pathology, causing the development of degenerative changes. So far, there have been no publications of other authors on this subject of standing.

Message. Standing on the right leg is an etiological factor in many children, adolescent and adult pathologies and is a frequent cause of "back pain". This factor is a new chapter in the medicine. All doctors should remember about 'The Syndrome of Standing on the Right Leg'.

**Key words:** standing on the right leg syndrome. Pathology of the shank, knee, hip, spine.

# INTRODUCTION

So far, the authors have not come across any publications about the manner of standing (**1, 26, 27**). There are however numerous publications discussing phenomena connected to the gait. In contrary to the popular opinion, there may be many ways of standing, which will be described below. It was in the years 1984–2007 that 'the mystery of standing' was solved. Crucial observations were made in 1997. The diversity of standing habits concerns the Polish, but other nationalities too, for example the French (observations of H. Menet) or Americans (observations of K. Karska and H. Menet).

### A few words about the people's actions and behaviour

# MATERIAL

During 10 years we sleep or rest in a horizontal position for around 2.5 years, which is essential for the heart, circulation system and the spine. We walk for 2.5 years, we sit for 2.5 years, and we stand for 2.5 years – at work, meeting, in queues, at school, at church, on trips, in museums, etc. **(Fig. 1a, 1b, 1c, 1d).**

**Fig. 1a, 1b, 1c, 1d** – Various ways of standing. Standing 'at ease' on the left leg. (fig. 1a, 1b) doesn't influence the limb axis in any pathological way. Standing on both legs has no pathological effect either. Standing on the right leg, due to the fact that it's permanent is the cause of the pathology (fig. 1c, 1d).

It turns out that around 70 % of people (Material. N-2500 patients in 1984/1997–2018, team's observations) have the habit of standing 'at ease' on the right leg. This manner of standing influences the motor system in children, influences the axis of the limb, as well as joints' functioning in adults.

Standing on the right leg is one of the causes of scoliosis. Standing 'at ease' on the right leg is a phenomenon which starts at the age of 2 (!) and the accumulation of the time of standing is important. Thus, this phenomenon concerns the children, the adolescents and the adults. In children, it leads to the so-called idiopathic scoliosis, in different groups of new classification, in adults it causes degenerative scoliosis and persistent back pain as well as right hip and knee dysfunctions and arthrosis (**2–25** and **28**).

## Walking

Before explaining the influence of standing and its influence on different parts of the motor system, a few words about walking. Every doctor should remember about positive effects of 'Nordic Walking'. Every form of activity is beneficial for health, but for adults, the best is walking with help of sticks. Dr Tissot from France and Prof. W. Dega from Poland used to say – the activity can replace a medicine, but a medicine won't replace the activity. They continued – the movement is favourable especially for the heart and the circulatory system.

Nordic Walking, introduced by the Finland's citizen, has this beneficial effect on adults. In 1995 Markko Kantaneva from Olympic Centre in Finland, Vierumäki (placed between Lahti and Heinola – T. Karski has visited this Centrum in 1979) – described how to benefit from Nordic Walking. For adults it is an easy and pleasant form of activity. Such an activity is good for health, it is vital for the heart, respiratory organ and the whole motor system.

## Introduction to standing manners

The phenomenon of standing has been analysed in Lublin since 1984/1997 and it is the first such analysis in the world. During standing, the weight can be put equally on both legs. We can stand also 'at ease' putting the body weight on the left foot, 'at ease' putting the weight on the right leg. While standing hips can be in adduction – feet together, or in abduction – feet apart, in internal or external rotation of the hips. Many of those ways of standing are beneficial for the motor system, however other may be harmful. Further explanations in following chapters.

## The habit of standing on the right leg

The habit of the standing on the right leg explain "The Syndrome and Contractions of the Newborns and Infants" – (SofCD) according to Prof Hans Mau (in German "Siebenersyndrom"). Prof H. Mau's works come from 1950'–1960'. According to this author, anatomic and functional asymmetries of a newborn's and baby's body are the following: head shape asymmetry (plagiocephaly), torticollis, infant scoliosis, feet deformities, oblique position of pelvis, insufficient left hip abduction, next "Haltungsschwäche" (German), which means "faulty posture position". In Lublin (T. Karski) in

the place of the "Haltungsschwäche", the abduction contracture of right hip was found. Later it was explained (2006 – T. Karski), that hips' movement asymmetries – right and left – can have three "clinical models" regarding to adduction examined in a straight position of the joint:

**(1)** right hip evidently limited adduction, even abduction contracture, usually 0 or 5 to 10 degrees, left hip full adduction – movement 40 to 50 degrees,
**(2)** right hip adduction insufficiency (20 to 30 degrees), full adduction of the left hip – movement 40 to 50 degrees,
**(3)** right hip abduction contracture 0 or 5 to 10 degrees, considerably limited left hip adduction (0 to 20 degrees).

As mentioned above, the assessment of the right and left hip adduction, should be conducted in the straight position of the joint, namely the same position as in standing and identical to the "support" phase during walking. Thus, smaller right hip adduction makes standing 'at ease' on the right leg easy and comfortable. Children, from the age of two, choose to stand on the right leg. And they continue to do so for the rest of their lives (Literature **2–25** and **28**).

On end of this sub-chapter we want to explain that in 2006 (T. Karski) was add to the "Syndrome of Contractures" the eighth deformity – namely "varus deformity of shanks" and from 2006 in Lublin we called these all asymmetries in children "The Syndrome and Contractions and Deformations" (SofCD).

## The influence of standing on the right leg on the knee

In children, we can observe genu valgum (X-shape deformity). Genu valgum often develops in children with minimal central nervous system dysfunctions (in English literature called Minimal

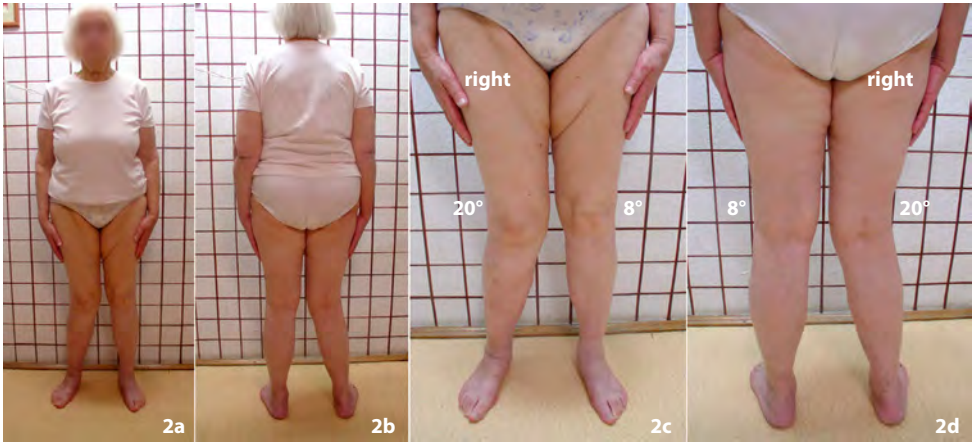



**Fig. 2a, 2b, 2c, 2d:** Patient 72 years old. Genua valga since childhood. The deformity of the right knee more significant, as an effect of permanent standing on the right leg. Right knee in contraction of 10 degrees, unstable, pain. Problems with walking. Knee arthrosis and patello-femoral joint arthrosis.

Brain Dysfunction – MBD). In children with MBD laxity of joints, caused by a change in the biological properties of collagen (hypermobility often diagnosed by doctors as 'weakening of the muscles'). This laxity enables sitting in a wrong position, that is 'television position', with shanks and feet on the sides of the body. Thus, because of sitting in the wrong position, genu valgum develops. The corrective position is sitting in the 'butterfly position' (karate term) or 'Polish sitting position' (orthopedic term).

We often observe a genu valgum asymmetry, more significant in the right knee. This is connected to the habit of standing on the right leg. **(Fig. 2a, 2b, 2c, 2d).** When not treated, children's genu valgum leads to knees' instability, degenerative changes, pain and problems with walking in adults. Thus, the prophylaxis of the sitting habit is crucial. Only the 'Polish sitting position' (called 'butterfly position' in karate) is correct and prevents genu valgum and all the knee pathology in adults.

## The influence of standing on the right leg on the axis of the shank

The influence of the standing on the right leg on the axis of the right shank we see very frequently in orthopedic praxis. In infants and small children, tibia vara (O-shape deformity) is often observed. Tibia vara occurs even in newborns and infants as one of the symptoms of 'The Syndrome of Contractures and Deformities' (this element was added to SofCD in Lublin in 2006 – T. Karski). Premature standing and walking (before the age of one year) and vitamin D deficiency are the causes of tibia vara. A form of this disease, concerning the upper shank, is called the Blount disease. Varus deformity of legs above ankles is caused exclusively by Rickets. It occurs, that the varus deformity of the right shank is more significant. This is connected with standing on the right leg. **(Fig. 3a, 3b, 3c, 3d).** This asymmetrical varus deformity, bigger on the right leg, has been observed in elderly people whose shank axis disorder had not been treated in the childhood.

**Fig. 3a, 3b, 3c, 3d:** Patient 51 years old. Shank varus deformity not been treated in childhood. The pathological axis of the right knee more significant, as an effect of permanent standing on the right leg. Right knee unstable, pain at every step. Problems with walking.

## The influence of standing on the right leg on foot functions

Here the influence on the axis and functioning of the right foot is the least significant. Malfunction and pain of the feet, more rarely of the right foot only, are usually connected with valgus deformity of tarsus, as one of the symptoms of the MBD and with insufficient toes' flexion, recognized in pathological toe flexion test. Feet deformities require special kinesiotherapy. These issues are often the subject of Podology Symposia.

## The influence of standing on the right leg on the right hip

In our patients, we observe the right hip pain syndrome due to standing on the right leg. This knowledge has been familiar to the Lublin Orthopedic team for over 30 years (since 1984). It has been confirmed by many clinical proofs in the 1990' and in all the years until today.

As it was mentioned above, every person who has the habit of standing 'at ease' on the right leg, what means permanent standing on this leg, without changing the position, or doing it very rarely for a short time, after years has the problem with the right hip.

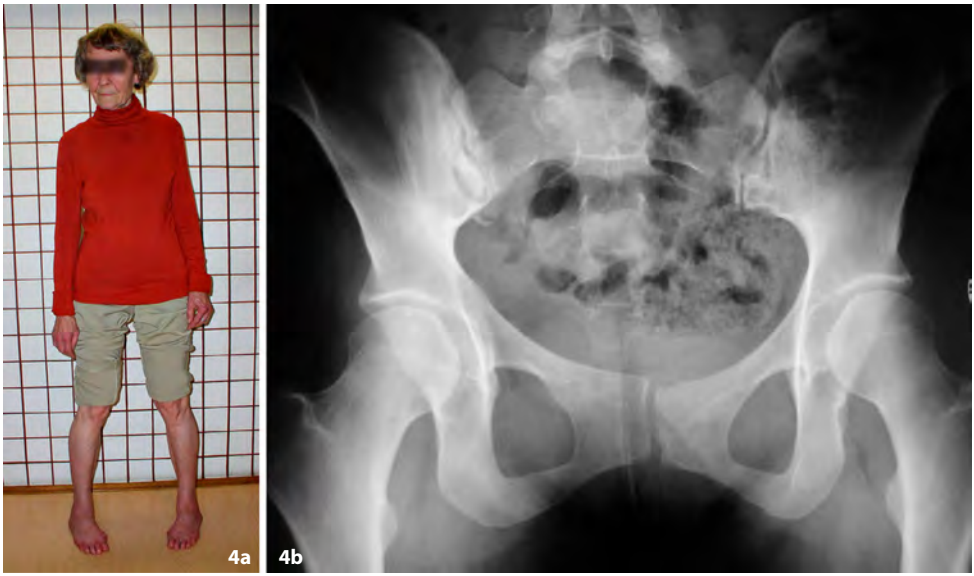



**Fig. 4a, 4b:** Patient 65 years old. Right hip pain. On x-ray small lateralization of both femoral heads. Clinically painfully limited movement of right hip due to the habit of permanent standing on the right leg. Corrective standing position showed in fig. 4a.

During walking, in each loading phase, there occurs a massive overloading of the right hip. In the „new emerging pathology" it is the accumulation of the time of standing that is the most important. The right hip is being overloaded, the head of the femur is moved to the side and the phenomenon of so called lateralization (expulsion) occurs. For example, for a person who weights 70 kg, the load is 280 kg at each step. This gives an overload of over one tone after four steps.

The right hip undergoes then anatomic changes. The overloaded areas of the head of the femur undergo degenerative changes, i.e. hyaline cartilage disappears, the osteolysis occurs over the head area, the shape of femur head is deformed. The joint space between the femoral head and the roof of the joint disappears **(Fig. 4a, 4b).** This is the cause of limitation of movements of the hip. The hip loses especially the ability to abduction, internal rotation and extension.

Insufficiency of the right hip joint, in the „standing 'at ease' on the right leg syndrome", as mentioned above, concerns older people. These patients often suffer from osteoporosis at the same time, as well as from degenerative scoliosis of the lumbar spine. In such case, the treatment should combine physiotherapy and pharmacotherapy. The most important recommendations are those concerning standing, sitting and sleeping. Adequate nutrition, vitamins and mineral salts present in fruits and vegetables are very important and last but not least supplementation of vitamin D. Traction treatment may be also necessary, especially if knee contracture additionally occurs.

In order to prevent hip arthritis we recommend **(1)** standing in abduction and internal rotation of the hips (known in the karate), **(2)** walking – in abduction of 20–30 degrees, **(3)** sitting – in internal hips' rotation – knees together and feet maximally apart, **(4)** sleeping in prone position with the affected limb in abduction and flexion. During a part of the night it is recommended to sleep in foetal position which is beneficial for the spine. This will be explained in the following chapter.

## The influence of standing on the right leg in development of scoliosis

We waited for over 2 thousand years to understand the aetiology of scoliosis, a common spine pathology of many children in many countries. The changes of the spine axis concern mostly girls – 80 %, boys only in 20 %. Around 7% of the Polish society is affected by this problem. So far there was a mystery – the cause of the deformity, the age at which it begins to form, why lumbar curvature is always left-sided and the thoracic one always right-sided, why the rib hump is always on the right side of the chest – all was unknown. It wasn't possible to explain, why during the accelerated growth period of the child the deformity becomes rapidly more significant, what was called „progression". Doctors used to say about this progression, but it's causes were secret / obscure. They didn't know what treatment to recommend, orthopaedic braces were being used, many operations have been carried out; but usually the treatment wasn't efficient. Even after the operation, the curvature and the hump were visible, and were becoming more significant over the years. The stiffness of the spine unable normal activity of the child, as in sport for example.

The aetiology of the 'so called' idiopathic scoliosis was described in the years 1995–2007 (T. Karski). In 1997 it was discovered, that the children who suffer from scoliosis have the habit of standing 'at

## "S" type scoliosis

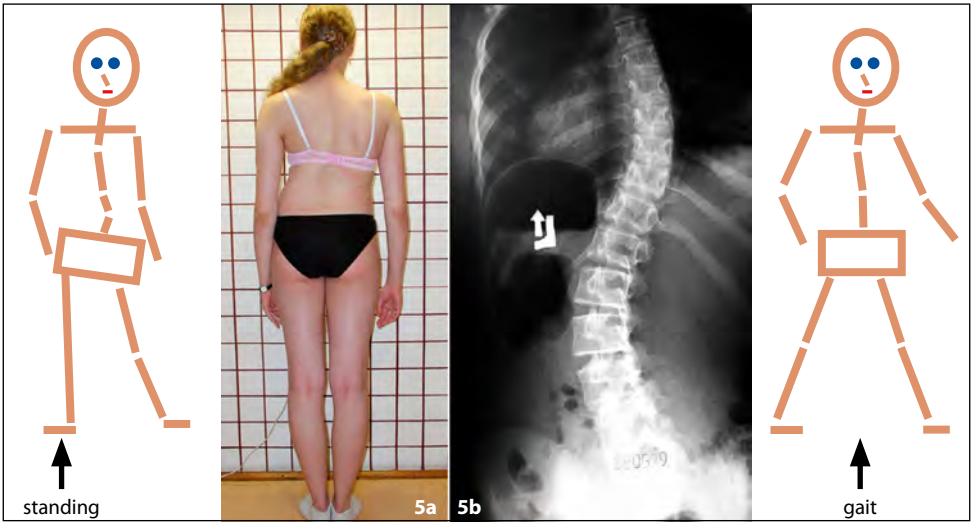



**Fig. 5a, 5b:** Patient 15 years old. „S" type scoliosis, I epg. The causes are: the habit of standing on the right leg and the gait. Two curves. Spine stiffness. A hump on the right side of thorax. 3D. Progression.

## "C" type scoliosis

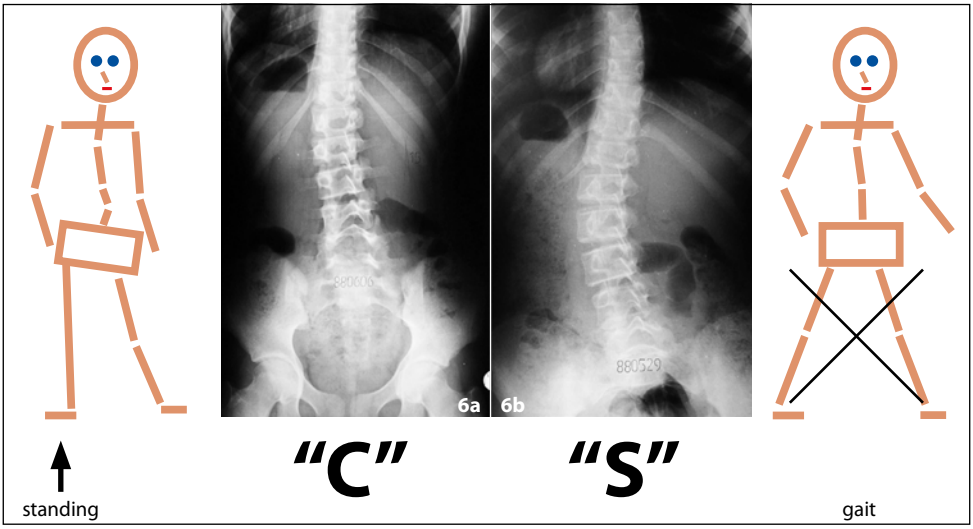



**Fig. 6a, 6b:** Patient 13 years old (fig. 6a) „C" type II/A epg scoliosis and 16 years old (fig. 6b) „S" type II/B epg scoliosis. The cause of the spine deformity is the standing 'at ease' on the right leg. In „S" type scoliosis habit of standing and additionally laxity. In both types of scoliosis the spine is not stiff.

## "I" type scoliosis

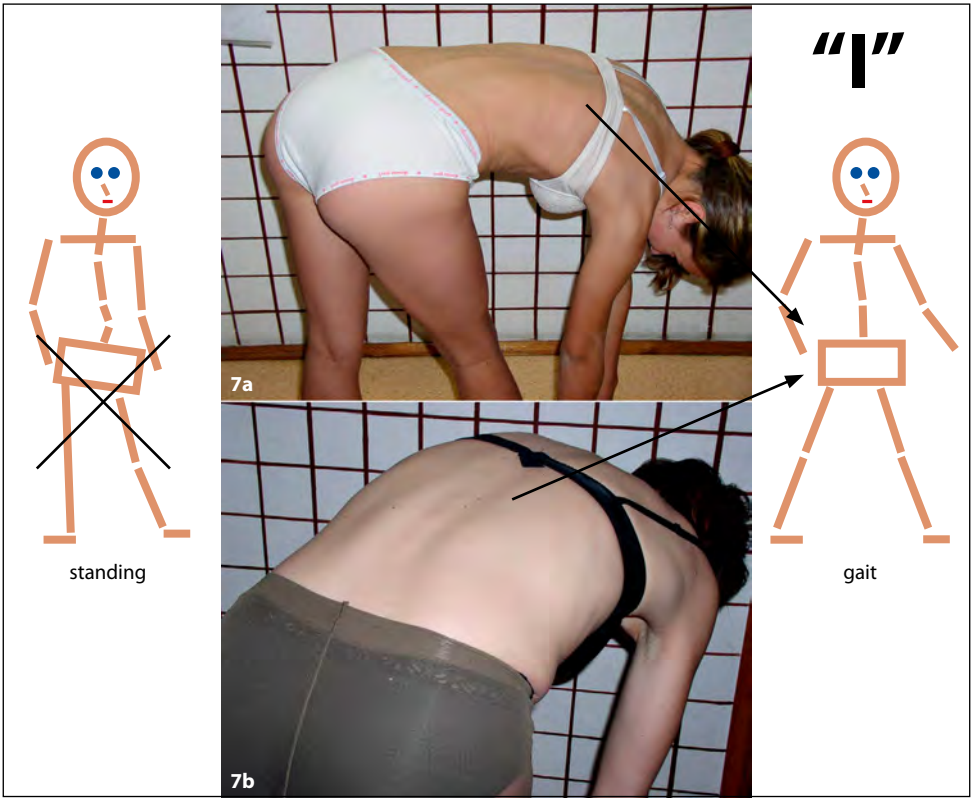



**Fig. 7a, 7b:** Two patients – 20 years old (fig. 7a), 35 years old (fig. 7b) – both „I" type scoliosis, III epg. Deformity connected only with walking. Spine stiff and painful. No curves or very small ones. Until 2004 this type of deformity was not classified as a scoliosis.

ease' on the right leg permanently. This habit becomes visible at around the age of 2 years. Thus standing on the right leg causes functional, reversible changes of the spine axis, but after 8–10 years the scoliosis appears.

**Thus standing 'at ease' on the right leg, altogether with the walking factor**, is an important etiological biomechanical factor – in double curve scoliosis **"S"** in the 1st etio-pathological group (epg). In this type of deformation, the spine is stiff.

**Standing on the right leg is the only one factor** in **"C"** scoliosis II/A epg. If 'the standing factor' is connected with laxity (or if the child has been previously treated with wrong methods) **"S"** type, II/B epg. scoliosis develops. In this type of the "S" II/B epg. scoliosis, the spine is flexible.

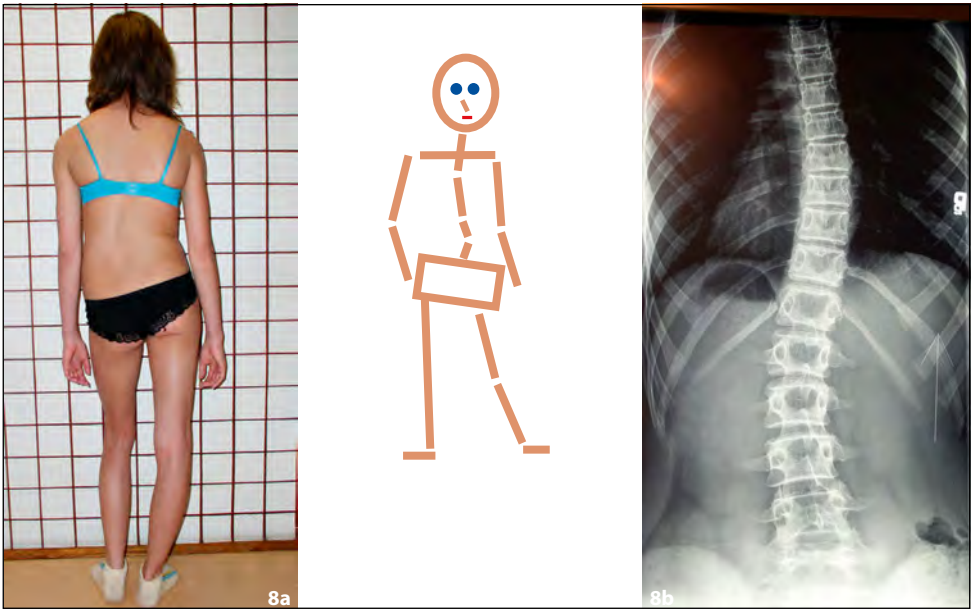



**Fig. 8a, 8b.** 13 years old patient. „S" type scoliosis, II/B epg. The cause of the spine deformation is 1. the habit of standing on the right leg since the 2nd year of life and 2. the soft tissue laxity. The permanent standing on the right leg leads to „degenerative scoliosis".

There are also **"I"** type, III epg scoliosis. **Here the etiological factor is connected only with walking.** The spine is stiff, no curves occur, or they are minimal. (**Fig. 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, 8a, 8b).**

Every scoliosis type becomes 'a degenerative scoliosis' in older people. **(Fig. 9a, 9b, 9c).**

To summarized this subchapter we can say: the aetiology (causes) of scoliosis was not known before 1995 and this typical spine deformation described above, was called "idiopathic scoliosis" (idiopathic – not founded causes). In 1995 we exactly described pathogenesis of the so-called "idiopathic scoliosis". The causes are connected with biomechanical reasons, and these are based on "asymmetry of loading of left and right side of body and on limited range of movements of the right hip. The limited movement of right hip is "as compensatory movement" transmitted to the pelvis and to the spine during gait and on this way influence the spine growth, making the scoliosis (see many publications – also in the Journal Pohybove ustroji).

## Prophylaxis and therapeutic recommendations

If the habit of standing on the right foot is noticed; the observation is confirmed in clinical examination of the adduction of the hips in extension position of the joints. We confirm a smaller adduction of the right hip comparing to the left one.

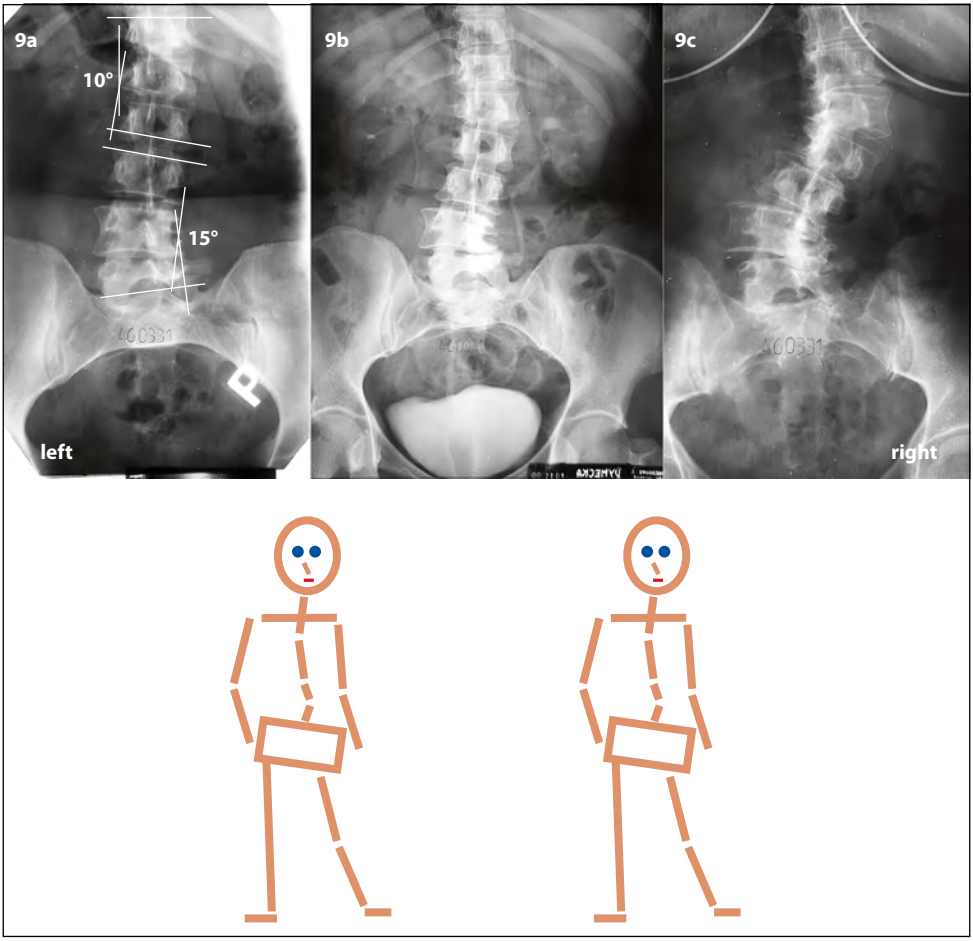



**Fig. 9a, 9b, 9c:** 15 years old patient (fig. 9a) and the same patient at the age 39 (fig. 9b) and of 62 (fig. 9c). „S" type scoliosis II/B epg caused by the habit of standing on the right leg. Over the years the scoliosis becomes to be degenerative.

We inform the patient about the necessity of changing the way of standing. The children and the adolescents with early scoliosis symptoms should stand on the left leg or on both equally **(Fig. 10).** The adults with symptoms of the degenerative scoliosis (lower back pain) and/or with symptoms of the early hip arthrosis, should stand with the hips in abduction and internal rotation and sleep in prone position (on the abdomen / stomach) with one hip flexed and abducted and some part of the night in embryo position.

**Fig. 10.** The picture of Jesus Christ informs about correct standing. (1) Scoliosis affected children should only stand on the left leg. (2) Healthy children should stand on the left, right, both legs for 33 % of the time. (3) The children and adults should control their manner of standing. (4) The doctors should become familiar with „The Syndrome of Standing on the Right Leg".

Varus shank axis (bow deformity) and knee deformity (genu valgum) with degenerative changes in adults should be treated in the childhood. In mature age there defects are often connected with knee contracture and it's instability. In treatment, in some cases, surgery can be necessary.

In adults in knees conservative treatment – everyday, repetitive isometric quadriceps femoris muscle exercises are recommended, with simultaneous axial traction. Here we inform, that in the knee treatment no "flexion to extension" exercises should be done. Additionally, thermotherapy, diadynamic, iontophoresis and cryotherapy, doing exercises in warm salt spring water or geothermal waters (in Poland many Geothermal Rehabilitation Centres are being built now). Correct rehabilitation is the best way to prevent hip, knee and spine arthrosis.

## CONCLUSIONS

1. There is, as a new orthopaedic unit – 'The Syndrome of Standing 'at Ease' on the Right Leg (SofSRL).
2. Permanent standing on the right leg begins at the age of two and lasts for the whole life.
3. The children and the adults stand on the right leg – because it is more stable, comfortable and not tiring. It results from a smaller adduction of the right hip, due to a shortened ilio-tibial band (tractus ilio – tibialis and fascia lata), therefore a better stabilization of the hip during standing.

4. Smaller adduction of the right hip – is one of the symptoms of asymmetry in "The Syndrome of Contracture and Deformities" according to prof. Hans Mau.
5. Permanent standing on the right leg influence the axis of the spine, causing two etio-pathogenetic types of scoliosis in the children and the adolescents. These are the: "S" I epg, "C" II/A epg and "S" II/B epg (according to Lublin / T. Karski classification, 1995–2007).
6. In adults the "Syndrome of Standing on the Right Leg" is the cause of nagging back pain due to the left-side lumber spine degenerative scoliosis and hip pain due to degenerative changes.
7. All doctors should become familiar with "The Syndrome of Standing on the Right Leg" and take this knowledge into consideration in the therapy of patient with motor system problems.
8. Many years of experience teach, that in rehabilitation and prophylaxis, besides controlling the way of standing, the stretching exercises are very important for the recovering of full range of movement of the spine, hips and knee.

# LITERATURE


1. BURGER DORIS: "Nordic walking" – sposób na zdrowie i kondycję" / In orginal "Power – Nordic – Walking" / Druk / Print / Typos, tiskarske zavody s.r.o. Podnikatelska 1160/14, Czech Republic. 320 56 Plzen, pages 110
2. KARSKI TOMASZ, KARSKI JACEK, MADEJ JACEK, LATALSKI MICHAŁ: Persönliche Überlegungen zur Ätiologie der idiopathischen Skoliosen. Praktische Hinweisen zur Entdeckung beginnender Skoliosen. Möglichkeiten der Prophylaxe Orthopädische Praxis 02/2002, 38 Jahrgang, Seite 75 – 83
3. KARSKI T: Etiology of the so-called "idiopathic scoliosis". Biomechanical explanation of spine deformity. Two groups of development of scoliosis. New rehabilitation treatment; possibility of prophylactics. Stud Health Technol Inform; 2002;91:37-46
4. KARSKI T: Biomechanical factors in the etiology of idiopathic scoliosis: two etiopathological groups of spinal deformities. Ortop Traumatol Rehabil; 2004 Nov-Dec;6(6):800-8
5. KARSKI TOMASZ, KAŁAKUCKI JAROSŁAW, KARSKI JACEK: "Syndrome of contractures" (according to Mau) with the abduction contracture of the right hip as causative factor for development of the so-called idiopathic scoliosis In: Technology and informatics vol. 123 Research into spinal deformities 5 Ed. D. Uyttendaele, P.H. Dangerfield, Washington, 2006, IOS Press, pages 34–39
6. KARSKI TOMASZ: Recent observations in the biomechanical etiology of so-called idiopathic scoliosis. New classification of spinal deformity – I-st, II-nd and III-rd etiopathological groups.: Technology and informatics vol. 123 Research into spinal deformities 5 Ed. D. Uyttendaele, P.H. Dangerfield, Washington, 2006, IOS Press, pages 473–482
7. KARSKI T: Recent observations in the biomechanical etiology of so-called idiopathic scoliosis. New classification of spinal deformity I-st, II-nd and III-rd etiopathological groups. Stud Health Technol Inform; 2006;123: pages 473–482
8. KARSKI TOMASZ, KAŁAKUCKI JAROSŁAW, KARSKI JACEK: Relationship of "syndrome of contractures" in newborns with the development of the so-called idiopathic scoliosis, World J. Pediatr. / China, 2007 vol. 3 nr 4, pages 254–259, bibliogr. 38.
9. KARSKI TOMASZ, KANDZIERSKI GRZEGORZ, KARSKI JACEK, KAŁAKUCKI JAROSŁAW, MADEJ JACEK, WÓJCIK ANNA: Zmieniająca się wiedza w ortopedii – postawy lekarzy, rozterki rodziców na przykładzie skolioz tzw.

idiopatycznych. W: Sytuacja dzieci we współczesnym świecie literatury i medycyny. Część 5. Pod red. E.Łoch, A.Papierkowskiego, G.Wallnera, Lublin 2007, Lub. Tow. Nauk., s. 29–37, biblbiogr. poz. 50.

10. KARSKI TOMASZ: Explanation of biomechanical etiology of the so-called idiopathic scoliosis with the recent observations from 2006–2007. New classification (2001–2006). Importance of "gait" and "standing". Magyar. Traumatol. Ortop. 2008 vol. 51 suppl. 1, s. 15.
11. KARSKI TOMASZ: New clinical observations connected with "biomechanical aetiology of so called idiopathic scoliosis" (2006–2007). Stud. Health Technol. Inform. 2008 vol. 140, s. 194–196, bibliogr., Amsterdam-Berlin-Oxford 2008, IOS Press, ISBN: 978-1-58603-888-5
12. KARSKI T. Explanation of biomechanical etiology of the so-called idiopathic scoliosis (1995–2007). New clinical and radiological classification. Locomotor System vol. 17, 2010, no. 1+2
13. KARSKI TOMASZ, KARSKI JACEK: Udajná idiopatická skolióza. biomechanická etiologie. nová klasifikace. So-called idiopathic scoliosis. Biomechanical aetiology. New classification. Treatment and prophylaxis: A Report. Locomotor System vol. 21, 2014, No. 3+4
14. KARSKI TOMASZ: Biomechanical Etiology of the So-called Idiopathic Scoliosis (1995 – 2007) – Connection with „Syndrome of Contractures" – Fundamental Information for Pediatricians in Program of Early Prophylactics. Journal of US-China Medical Science, May 2011, Volume 8, No 5, (Serial No 78) pp. 72 – 86 (USA)
15. KARSKI T: Present day explanation of the clinical signs in the biomechanical aetiology of the so-called idiopathic scoliosis (1995–2011). The relationship between the "model of hips movement" and the character of scoliosis; three groups and four types. The causative role of "gait" and "standing "at ease" on the right leg". Stud Health Technol Inform; 2012;176:133–8
16. KARSKI TOMASZ: Biomechanical Etiology of the So-called Idiopathic Scoliosis (1995 – 2007). Three Groups and Four Types in the New Classification Journal of Novel Physiotherapies, 2013, S2 / pages 6 (USA) The international Open Access
17. KARSKI JACEK, KARSKI TOMASZ: So-Called Idiopathic Scoliosis: Diagnostic Tests; Examples of Children Incorrect Treated; New Therapy by Stretching Exercises and Results Journal of Novel Physiotherapies, 2013, 3:2, / pages 9 (USA). The international Open Access
18. KARSKI TOMASZ: Biomechanical Etiology of the So-called Idiopathic Scoliosis (1995 – 2007) – Connection with „Syndrome of Contractures" – Fundamental Information for Pediatricians in Program of Early Prophylactics. Surgical Science, 2014, 5, 33–38 (USA)
19. KARSKI TOMASZ, KARSKI JACEK: Biomechanical etiology of the so-called Idiopathic Scoliosis (1995 – 2007). Causative role of „gait" and „permanent standing 'at ease' on the right leg". New classification. Principles of new therapy and causal prophylaxis. Canadian Open Medical Science & Medicine Journal, Vol. 1, No 1, April 2015, pp. 1 – 16
20. KARSKI TOMASZ, KARSKI JACEK: „Syndrome of Contractures and Deformities" according to Prof. Hans Mau as Primary Cause of Hip, Neck, Shank and Spine Deformities in Babies, Youth and Adults. American Research Journal of Medicine and Surgery, Volume 1, Issue 2, 2015
21. KARSKI TOMASZ, KARSKI JACEK: Bóle krzyża – problem neurologiczno – ortopedyczny. Objawy. Przyczyny. Leczenie. Back pain – neurology-orthopedic problems. Clinic, causes, therapy and prophylaxis. Postępy Neurologii Praktycznej, Wydawnictwo Czelej. 4/2016, Str. 9 – 16
22. KARSKI JACEK, KARSKI TOMASZ, KARSKA KATARZYNA, PYRC JAROSLAW: Ankle Joint Pathology of Car Drives and Passengers. Case Report. American Research Journal of Medicine and Surgery. www.arjonline.org 2017, pages 1–12

23. KARSKI TOMASZ, KARSKI JACEK: Ankle Joint, Knee, Hip Distortion Syndrome Connected with the Using of Small Cars. Crimson Publishers, Ortho Res Online, Research Article, 2017, Pages 1 – 4
24. KARSKI TOMASZ, KARSKI JACEK, PYRC JAROSŁAW: A possible cause of the "pain syndrome of lower extremity joints" – description and case reports. Locomotor System vol. 24, 2017, no. 1 / Pohybové Ustrojí, ročník 24, 2017, č. 1
25. KARSKI TOMASZ: Physiotherapy – Correct, or Incorrect, Based on 'Wrong Principles of Treatment'. Example for Spine, Hip, Knee, Shank and Feet. Crimson Publishers, Ortho Res Online, Review Article, 2017, Pages 1–4
26. MITTERMAIER ROSI, NEUREUTHER CHRISTINA: "Nordic walking" – całoroczny trening. Wydawnictwo RM, 03-808 Warszawa, ul. Mińska 25, stron 143. Wydrukowano w Republice Czeskiej (2011).
27. MITTELMAIER ROSI, NEUREUTHER CHRISTIAN & FELIX, THURNER BERD & BAUR CHRISTOF: "Nordic walking" – całoroczny trening. Wydanie rozszerzone. Wydrukowano w Republice Czeskiej (2015).
28. www.ortopedia.karski.lublin.pl

## Acknowledgment

Many thanks for correcting of English to Mr. David Poynton and Ms. Honorata Menet.

Authors address:
**Prof. Tomasz Karski MD PhD:**
Retired Head (1995–2009) of the Paediatric Orthopaedic and Rehabilitation Department of Medical University in Lublin, Poland.
Actually Professor Lecturer in Vincent Pol University in Lublin, Poland. Lecturer in ERASMUS Program in Belgium, in Germany, in Spain, in Italy (2013–2017).
tmkarski@gmail.com, t.karski@neostrada.pl, www.ortopedia.karski.lublin.pl

# ANTROPOLOGICKÉ VÝZKUMY PROVÁDĚNÉ V ČESKÉ REPUBLICE (ČESKOSLOVENSKU)

# ANTHROPOLOGICAL SURVEYS IN THE CZECH REPUBLIC (CZECHOSLOVAKIA)

BLÁHA PAVEL

Katedra Biomedicíny, Vysoká škola tělesné výchovy a sportu PALESTRA
Department of Biomedicine, University of Physical Education and Sport PALESTRA

## SOUHRN

Zjišťování růstových a vývojových změn somatických charakteristik v průběhu ontogenetického vývoje bylo a je stále cílem mnoha antropologických studií. Pro posuzování růstových trendů a pro srovnání výsledků mají zásadní význam celostátní výzkumy, jež byly podkladem k dalšímu sledování vývoje jedince a populace, a také menší lokální výzkumy ve vybraných oblastech, v nichž byly sledovány somatické znaky. V širším smyslu přitom existuje poměrně málo prací, komplexně charakterizujících rozvoj tělesné stavby populace různých věkových skupin. Československo (Česká republika) je jedna z mála zemí, kde byl monitorován vývoj tělesné stavby jak dětí a mládeže, tak dospělé populace. První rozsáhlý výzkum zaměřený na vývoj tělesné výšky a hmotnosti dětí ve věku 6 až 16 let provedl za spolupráce učitelů biologie prof. Matiegka v roce 1895. Po druhé světové válce, v roce 1951 prof. Fetter zorganizoval, I. celostátní výzkum dětí a mládeže (byla měřena tělesná výška a určována hmotnost populace ve věku od narození do 18 let a rovněž byla zaznamenávána tělesná výška a hmotnost rodičů). V desetiletých intervalech byly prováděny další výzkumy (1961, 1971, 1981, 1991, 2001) Byl monitorován především vývoj sekulárního trendu. Výzkum v roce 2011 již nebyl proveden, pro nepochopení Ministerstva zdravotnictví a grantové agentury. Kromě toho od roku 1955 byly prováděny výzkumy v souvislostí s konáním Československých spartakiád dospělé populace (1955, 1960, 1965, 1970, 1975, 1980, 1985). Většina dat byla publikována monograficky, nebo články v odborných časopisech.

**Klíčová slova**: sekulární trend, růstové trendy, somatické znaky, Celostátní antropologické výzkumy, výzkumy prováděné v souvislosti, s Československými spartakiádami.

## HISTORIE POPULAČNÍCH VÝZKUMŮ

První velký výzkum populace transverzálního charakteru uskutečnil prof. Jindřich Matiegka za pomoci učitelů biologie pro Národopisnou výstavu v roce 1895. Tento výzkum, na tehdejší dobu

byl velmi rozsáhlý, zahrnoval měření tělesné výšky a hmotnosti u 100 000 dětí ve věku od šesti do čtrnácti let. v českých zemích a na Moravě v bývalém Rakousko-Uhersku. Tímto výzkumem byl rovněž položen základ pro srovnávací studie růstu dětské populace (Matiegka 1927).První zmínka o hodnocení tělesné výkonnosti dětí a mládeže spadá do období Československé republiky z roku 1923. E. Roubalaj. podali, na středoškolské výstavě v srpnu roku 1923 v Praze u příležitosti sjezdu *Mezinárodní federace středoškolských profesorů* obraz tělesné vyspělosti středoškolských žáků v československé republice. Za tímto účelem bylo provedeno koncem března a počátkem dubna téhož roku měření tělesné vyspělosti a výkonnosti16 167 chlapců 8 967 dívek od 10 do 19 let z celého území republiky. Podle návodu Matiegky provedl Ftantišek Štampach (1925)měření 3 000 dětí v okrese Kralupy nad Vltavou. Kromě jiných parametrů zjišťoval věk, hmotnost a tělesnou výšku, ale také např. stav výživy, zdravotní stav rodičů. Stav bytu apod. Na základě svého šetření uvádí, že kromě dědičných faktorů má na tělesný rozvoj vliv také stav výživy. Závěrem srovnává údaje svého měření s výsledky, ke kterým dospěl prof. Matiegka v roce 1895. Z tohoto srovnání vyplývá, že kralupské děti byly ve výšce a hmotnosti nadprůměry dětí téhož věku nejen z celých Čech nýbrž i z Prahy. Tento rozdíl vysvětluje lepší výživou kralupských dětí v dané době a lepšími životními poměry v kralupském kraji. V roce 1936-1937 prováděl F. Egermayer vyšetření tělesné výšky a váhy a jejich vzájemného poměru u pražských vysokoškoláků. V roce 1939 sledoval J. Auerhan tělesnou výšku branců a její poměr k podnebí podle okresů procenta z celkového počtu dle tělesné výšky do 166 cm, 166-170 a nad 170 cm.

## CELOSTÁTNÍ ANTROPOLOGICKÉ VÝZKUMY DĚTÍ A MLÁDEŽE

Rozsáhlé celostátní antropologické výzkumy (dále jen CAV) mají v našich zemích dlouholetou tradici. Měření prováděli u dětí do šesti let pediatři a zaškolené zdravotní sestry u starších zaškolení učitelé biologie a tělesné výchovy. Vyšetřování probandů a sběr dat bylo prováděno většinou na podzim daného roku.

### I. Celostátní antropologický výzkum v roce 1951

Systematická měření dětí a mládeže, transverzálního charakteru započal v roce 1951 prof. Vojtěch Fetter se svými spolupracovníky (Prokopec, Suchý a Šobová). Publikováno 1961, 1964.

I. Celostátní antropologický výzkum v roce 1951 byl proveden na celém území Československa (zvlášť v českých zemích a na Slovensku), zahrnoval měření dětí a mládeže od tří do 18 let, následně v roce 1953 doplněn souborem ve věku od narození do tří let Měřila se tělesná výška a hmotnost s cílem posoudit zdravotní a výživový stav dětí a mládeže po 2. Světové válce. Rovněž byla zaznamenávána jako u dalších CAV tělesná výška a hmotnost rodičů. Lokality, kde se měřilo, byly vybrány náhodným stratifikovaným výběrem. Celkem bylo vyšetřeno 139 674 probandů (71 492 chlapců a 68 181 dívek). Sběr dat u předškolních dětí opět prováděli zaškolení zdravotničtí pracovníci, u školních děti a adolescentů zaškolení učitelé biologie a tělesné výchovy.

## II. Celostátní antropologický výzkum v roce 1961

V roce 1961 provedli Fetter, Prokopec, Suchý a Šobová II. Celostátní antropologický výzkum (Fetter, Suchý 1967). Pro srovnání s výzkumem z roku 1951 byly zajištěny stejné podmínky jak s výběrem lokality,tak i s určením velikosti souboru Celkem bylo vyšetřeno v českých zemích 67 920 chlapců a 59 060 dívek ve věku od narození do 18 let. Na Slovensku výzkum prováděla Lipková. Byly měřeny tyto somatické parametry: tělesná výška, hmotnost, obvod hlavy a obvod hrudníku. Opět byla zaznamenávána tělesná výška a hmotnost rodičů. Měření opět prováděli zaškolení zdravotničtí pracovníci a učitelé biologie a tělesné výchovy.

## III. Celostátní antropologický výzkum v roce 1971

III. Celostátní výzkum dětí a mládeže se uskutečnil v roce1971 v českých krajích pod vedením Prokopce, Suchého, Titlbachové. Výzkum zahrnoval 59 394 chlapců a 60 102 dívek opět ve věku od narození do 18 let.(publikováno: Prokopec, Suchý, Titlbachová 1974; Prokopec, Lipková, Zlámalová 1977; Prokopec, Lipková, Titlbachová, Zlámalová 1978). Na Slovensku obdobný výzkum prováděli Lipková a Grunt. Byly měřeny následující somatické parametry: tělesná výška, hmotnost, obvod hlavy a obvod hrudníku. Sběr dat byl prováděn jako u minulých výzkumů stejným způsobem. Na základě růstových parametrů byly stanoveny růstové normy základních tělesných parametrů dětí a mládeže a zpracovaný materiál přinesl cenné poznatky o růstové akceleraci a sekulárním trendu. Opět byla zaznamenávána tělesná výška a hmotnost rodičů.

## IV. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže se uskutečnil v roce 1981

IV. Celostátní antropologický výzkum se uskutečnil v roce1981 u dětí a mládeže od narození do 18 let. Výzkum organizovali Prokopec Titlbachová, Dutková, Zlámalová a na Slovensku opět Lipková Grunt. Vyšetřovaný vzorek zahrnoval zhruba 4 % probandů z českých krajů 61 100 chlapců a 62 896 dívek jedinců. Byly sledovány tyto následující tělesné parametry: tělesná výška, hmotnost, obvod hlavy, hrudníku, břicha délka chodidla. Výzkum byl doplněn dotazníkem o rodině, školním prospěchu. Po zpracování výzkumu údaje o tělesné výšce, hmotnosti eventuálně obvodu hrudníku byly publikovány formou tabulek percentilových hodnotících grafů předány pediatrické praxi (Prokopec, Dutková Titlbachová, Zlámalová 1986). Byly také zpracovány údaje o rodině, školním prospěchu a některých socioekonomických charakteristikách prostředí ve vztahu k somatickým ukazatelům. Dále byly zpracovány a publikovány výsledky srovnání českých a slovenských dětí, které potvrdily další stírání mezi oběma dětskými populacemi. Opět byly zaznamenány údaje o tělesné výšce a hmotnosti rodičů.

## V. Celostátní antropologický výzkum v roce 1991

Po roce 1989 došlo na počátku devadesátých let ke změnám jak ve zdravotnictví, tak ve školství. Přesto u prováděného výzkumu bylo možné dodržet jako u minulých výzkumů stratifikovaný výběr. Část rodičů nebyla ochotna nechat děti vyšetřit. Přesto se realizačnímu týmu ve složení Bláha, Lhotská, Vignerová, Bošková podařilo nashromáždit antropometrická data včetně dotazníku od

90 910 dětí a mládeže ve věku od narození do18 let (44 630 chlapců a 43 280 dívek).Sběr dat byl prováděn stejným způsobem. Byly sledovány následující parametry: tělesná výška, hmotnost obvod hlavy, obvod paže, obvod hrudníku, obvod břicha boků. Současně bylo formou dotazníkového šeření zjišťováno rodinné prostředí dítěte, jeho stravovacích návyků, zdravotního stavu, základních antropometrických údajů o rodičích a rodinné amnézy včetně vzdělání. (Lhotská L., Bláha P., Vignerová J., Roth Z., Prokopec M. 1993, 1995)

## VI. Celostátní antropologický výzkum v roce 2001

Na V. CAV z roku 1991, který byl poslední v minulém století, navázal v roce 2001 VI. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. Výzkum proběhl pod vedením Bláhy za spolupráce Vignerové, Kobzové, Krejčovského a Riedlové. V průběhu výzkumu byly měřeny následující parametry: tělesná výška, hmotnost, obvod hlavy, obvod levé paže, obvod břicha a obvod boků. Rovněž byl vyplňován dotazník, část také pro děti, část pro rodiče. Celkový soubor byl 59 109 probandů ve věku od narození do 19 let (28 056 chlapců a 30 963 přes značnou neochotu rodičů). Všechny uvedené Celostátní antropologické výzkumy dětí a mládeže přinesly vždy aktuální růstové a vývojové standardy naší populace od narození do 18 respektive 19 let. Výsledky těchto výzkumů jsou uznávány po celém světě. Výsledky CAV 1991 a 2001 byly monograficky publikovány: Lhotská, Bláha a kol. 1993; Bláha a kol. 2005, Vignerová a kol. 2006.

V roce 2011 se měl uskutečnit **VII. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže v České republice.** Bohužel z finančních a dalších důvodů se tento výzkum neuskutečnil do dnes, přestože již šest krát byl navrhován, v posledních verzích v okleštěné variantě. V současné době nemají od roku 2001 pediatři a další odborníci aktuální referenční data. Přitom došlo ke změnám v růstové dynamice jednotlivých věkových kategorií a také nemohlo být potvrzeno signalizované zpomalení či zastavení sekulárního trendu ke zvyšování tělesné výšky (podle výsledků výzkumu provedeném v roce 2001).

## Antropologické výzkumy prováděné v souvislostí s konáním československých spartakiád

Významným přínosem pro růstové (*auxologické studie*)československé populace, byla měření, která se prováděla při československých spartakiádách, které organizoval prof. Fetter, kdy bylo využito velkého soustředění naší populace z různých krajů republiky k získání údajů o stavu a vývoji základních tělesných parametrů dospělé populace.

První výzkum proběhl v roce 1955 při I. československé spartakiádě. Bylo celkem vyšetřeno 2974 mužů ve věku 18 až 54 let a 2639 žen stejného věkového rozpětí.

Během II. československé spartakiády v roce 1960 bylo vyšetřeno celkem4124 mužů ve věku 18–64 let a 6083 žen ve věku 18 až 59 let.

Během III. Československé spartakiády v roce 1965 bylo vyšetřeno celkem 2122 mužů ve věku 18 až 64 let a 2988 žen rovněž ve věku 18 až 64 let. Hlavními organizátory byl Fetter a Suchý (Fetter, Suchý, Prokopec, Titlbachová 1967).

Na tyto výzkumy navázali Klementa, Machová, Mencelová (1976a 1976b) v rámci IV. československé spartakiády 1975. Za pomoci cvičitelů změřili 2939 mužů a 5078 žen (z Čech 2101 mužů, 3988 žen, z Moravy 835 mužů a 1388 žen). Základní somatický stav populace charakteristiky údaje o tělesné výšce, hmotnosti a obvodu hrudníku a poznatky z tohoto výzkumu přispěly k dalšímu osvětlení průběhu sekulárního trendu. Vědeckým poradcem byl Suchý.

V návaznosti na tradici byl v roce 1980 proveden při příležitosti V. československé spartakiády antropologický výzkum československé populace ve věku od 6 do 35 let (Bláha a kol. 1982, 1984). Ve spolupráci s dalšími antropology bylo vyšetřeno 2664 chlapců a mužů a 2487 dívek a žen. Kromě základních tělesných charakteristik bylo měřeno celkem 8 délkových rozměrů, z nichž bylo, dále 8 šířkových a 8 obvodových rozměrů a měřena tloušťka 13 kožních řas. Z těchto rozměrů bylo počítáno dalších 11 indexů a projektivních měr.

Následně v roce 1985 byl proveden opět antropologický výzkum při spartakiádě, bylo celkem vyšetřeno 10 450 probandů (5 117 chlapců a mužů a 5 333 dívek a žen ve věku od 6 do 55 let. Byla zjišťována hmotnost, měřena tělesná výška a dále délkových rozměrů, 12 šířkových rozměrů, 14 obvodových rozměrů a tloušťka14 kožních řas. (Bláha et. al. 1986, 1987).

## Další vybrané významné antropologické výzkumy

V letech 1966 až 1969 vyšetřil Štěpnička 613 sportovců a198 sportovkyň různých druhů sportu a referenční soubor 302 vysokoškoláků a 290 vysokoškolaček především somatotypologicky. Cenným příspěvkem k poznání části naší populace byly výzkumy prováděné v rámci Mezinárodního biologického programu. Výsledkem transverzálního antropologického vyšetření moravské průmyslové populace prováděného v letech 1971 až 1973 byl proveden pod vedením Lorencové a Beneše (1976) na souboru 1284 mužů a 1 065 žen ve věku od 16 do 65 let jsou poznatky rozvoje řady dalších tělesných parametrů. Dále byla sledována fyzická zdatnost obyvatelstva. Součástí výzkumu v letech 1969–1974,koordinovaném Seligerem (Seliger a kol. 1975), bylo i antropometrické vyšetření vybraných somatických charakteristik 2 086 chlapců a mužů a 1 576 dívek a žen, které přinesly některé další údaje o somatickém vývoji naší populace. Menzelová (1973) sledovala v letech 1968 a 1969 rozvoj některých somatických charakteristik souboru českobudějovických dětí a mládeže (862) chlapců a 815 dívek) ve věku od 3 do 18 let. Údaje o tělesné výšce a hmotnosti 7–19leté československé populace chlapců a dívek uvádí v rámci hodnocení tělesné výkonnosti prováděné učiteli a pracovníky ČSTV v roce 1966 Pávek (1967). Dalším příspěvkem, k poznání somatometrie dětí a mládeže byla práce Krátošky a Komendy (1971),sledující rozvoj základních tělesných charakteristik 2 379 tří až osmnáctiletých chlapců a dívek, měřených v letech1968 a 1969. Systematickou studii týkající se proporcí těla dětí a mládeže vzhledem k potřebám průmyslu provedli Klementa a Komenda (1978). Použili materiál tří různých výzkumů. První zahrnuje údaje o řadě charakteristik asi 1 700 chlapců a dívek ve věku od čtyř do 17 let nashromážděných v roce 1968, druhý poskytuje údaje o tělesné

výšce a hmotnosti asi 12 500 jedinců obou pohlaví vyšetřovaných Klementou a spolupracovníky v letech 1970 a 1971 a třetí soubor tvoří antropometrická data získaná v souvislosti Československou spartakiádou 1975. V roce 1976-1978 vyšetřil Hajniš s kolektivem kolem 11 000 dětí ve věku od 1,5 roku do 15 let z 20 lokalit celého Československa (Hajniš, Brůžek, Blažek 1985). V rámci širšího výzkumu vyšetřila antropometricky Nováková (1984) 313 chlapců a 311 dívek z Prahy ve věku od 7 do 17 let. V roce 1990 vyšetřil Bláha s kolektivem reprezentativní vzorek 2 352 předškolních dětí ve věku od tří do sedmi let z pěti krajů Čech a Prahy. Ještě v témže roce byla zpracovaná data publikována (Bláha a kol. 1990). Velký význam pro sledování růstu dětí měly práce longitudinálního charakteru. Za zmínku stojí výzkum, který se uskutečnil v letech 1956–1962, jehož výsledky uvádějí Kapalín, Kotásková a Prokopec. V uvedeném výzkumu byl sledován vývoj pražských dětí od narození do 18 let. Podobný výzkum provedla Bouchalová v brněnském regionu, také sledovala růst a vývoj dětí od narození do 18 let. (Bouchalová 1987). V letech 1966 až 1969 byla Štěpničkou sledována typologická a motorická charakteristika sportovců u 613 mužů a 18 žen, následně 302 mužů a 290 žen, studentů vysokých škol. Další rozsáhlý transverzální antropologický výzkum proběhl v letech 1995–1997. Výzkum organizoval Bláha, dále spolupracovali Vignerová, Paulová, Riedlová, Kobzová a Krejčovský. V sedmdesátých a osmdesátých letech došlo k výrazným změnám v proporcích hlavy a rovněž ke změnám v proporcích trupu. Aktualizovaná data jsou důležitá pro plastické chirurgy, stomatology, chirurgy a další. Proto byl proveden výzkum v pěti krajích a Praze. Celkem bylo vyšetřeno více než 28 500 probandů ve věku od narození do 16 let. Kromě tělesné výšky a hmotnosti bylo měřeno7 trupových rozměrů a 24 hlavových rozměrů. Výsledky byly publikovány (Bláha, Vignerová a kol. 1999)Na toto sledování navázali Bláha, Krejčovský, Jiroutová, Kobzová, Sedlak, Brabec, Riedlová a Vígnerová projektem „somatický vývoj současných českých dětí – semilongitudinální studie". V průběhu výzkumu v letech 1997 až 1999 bylo sledováno a opakovaně měřeno u každého dítěte 29 tělesných rozměrů. Bylo měřeno celkem 1 925 dětí. V průběhu tří let bylo každé dítě v půlročních intervalech měřeno pětkrát. (Bláha, Krejčovský a kol.2006).V letech 2001 až 2003, byl proveden další transverzální výzkum dětské populace ve věku od narození do šesti let. Soubory čítají 4033 chlapců a 3928 dívek. Kromě tělesné výšky, do dvou let délky těla a hmotnosti bylo měřeno 12 rozměrů na těle a 8 hlavových rozměrů Zpracovaná data byla opět monograficky publikována (Bláha a kol. 2010). V roce 2001 až 2002 se na území olomouckého regionu uskutečnil transverzální antropologický výzkum somatického stavu a vývoje chlapců a dívek od 7 do 15 let. Výzkumný soubor zahrnoval celkem 1198 probandů, z toho 621 chlapců a 577 dívek. Základní školy, na kterých se výzkum uskutečnil, byly vybrány náhodně tak, aby zahrnovaly školy vesnického a městského typu. Žádná z uvedených škol neměla sportovní specializaci. Výzkum se uskutečnil celkem na 7 základních školách v olomouckém regionu. Hlavním řešitelem projektu byl Miroslav Kopecký. Naměřené parametry byly získány v průběhu dílčího výzkumu, který byl součástí výzkumného záměru MSM 154100020 „Výzkum somatického a psychického stavu populace ČR s aplikacemi v antropagogice, pedagogické psychologii, klinické antropologii a ergonomii" pro období let 1999 – 2004. (Kopecký 2006, Kopecký 2011, Kopecký a kol. 2014) V letech 2012 až 2014 se uskutečnil antropologický výzkum somatického vývoje 6–18letých chlapců a dívek v Olomouckém kraji. Výzkum se realizoval v rámci mezinárodního projektu „Operační program přeshraniční spolupráce 2007 – 2013 Česká republika – Polská republika Projekt „Epidemie obezity - společný problém: předávání znalostí, vzdělávání, prevence", reg. č. PL.3.22/2.3.00/11.02576. Hlavní řešitelé projektu byli profesorka H. Kolodziej za polskou stranu a Miroslav Kopecký za českou stranu. V průběhu transverzálního antropologického výzkumu

v Olomouckém kraji bylo změřeno 3 420 žáků (1714 chlapců a 1706 dívek) na 12 základních a 3 středních školách. Hlavním cílem výzkumu byla problematika somatického stavu, prevence nadměrné hmotnosti a obezity a životního stylu u současné populace dětí a mládeže. (Kopecký a kol. 2014, Zemánek a kol. 2014, Kikalová a kol. 2015, Kikalová a kol. 2016).

## ZÁVĚR

Jak již bylo uvedeno, Česká republika (Československo) má jako jedna, z mála zemí ve světě monitorován jak v minulosti (již z 18tého století monitorován růst a vývoj základních tělesných parametrů (tělesné výšky a hmotnosti), především dětské a adolescentní populace. Tím informace o působení sekulárního trendu ke zvyšování postavy a změnách v růstové dynamice. Rovněž informace vývoji tělesné výšky dospělé populace již z počátkem 19tého století. Zásadními byly celostátní antropologické výzkumy tětí a mládeže a spartakiádní výzkumy. Další uváděné výzkumy poskytují informace o rozvoji spektra tělesných parametrů a o trendu debrachycefalizace a tak dále. Cílem tohoto článku je především poskytnout základní informace o prováděných výzkumech a odkázat na literaturu, kde jsou prezentovány výsledky, především v monografiích.

## VYBRANÉ PUBLIKACE


1. AUERHAN, J.:*Tělesná výška branců a její poměr k podnebí podle okresů procenta z celkového počtu dle výšky do 166cm, 166-170 a nad 170 cm.* Anthropologie Praha, Praha 1939, Česká akademie věd a umění, s. 341–345.
2. BLÁHA, P. et al.: *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let (Československá spartakiáda 1985)*, díl I. část 1. a 2., ÚNZ VS Praha, 1986.
3. BLÁHA, P. a kol.: *Antropometrie československé populace od 6 do 35 let (Československá spartakiáda 1980. Druhá část.* OZZ VS ÚNZ NVP, Praha 1984, s. 277.
4. BLÁHA, P. a kol.: *Antropometrie československé populace od 6 do 35 let (Československá spartakiáda 1980.* OZZ VS ÚNZ hl. m. Prahy 1982, s 401.
5. BLÁHA, P., HRUŠKOVÁ, M., KREJČOVSKÝ, L. a kol.: *Růst a vývoj českých dětí ve věku od narození do šesti let*. PřF UK v Praze 2010, s. 189, ISBN 978-80-86561-38-7.
6. BLÁHA, P., KREJČOVSKÝ, L., a kol.: *Somatický vývoj současných českých dětí – semilongitudinální studie.* PřF UK v Praze a SZÚ Praha, 2006, s. 345, ISBN 80-86891-24-0.
7. BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J. a kol.: *Vývoj tělesných parametrů českých dětí a mládeže se zaměřením na rozměry hlavy (O-16 let)* Díl I., Díl II. ÚNZ v Praze a PřF UK v Praze, Díl I s.182, Díl II. s.282, ISBN 80-7071-122-1
8. BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J., RIEDLOVÁ, J., KOBZOVÁ, J., KREJČOVSKÝ, L., BRABEC. M.: 6. *Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika, základní tělesné charakteristiky 0-19 let*. SZU Praha, 2005, s. 71
9. BLÁHA, P. et al.: *Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let. Díl 1. a 2.,* ÚSM Praha, 1990.
10. BOUCHALOVÁ, M. *Vývoj během dětství a dospívání.* Praha, Avicenum, 1987.
11. EGERMAYER, R. 1936-1937 *Antropologické vyšetření tělesné výšky, váhy a jejich vzájemného poměru u 512 pražských vysokoškoláků.* Anthropologie Praha, 1939, Česká akademie věd a umění, s. 231-243.
12. FETTER, V., PROKOPEC, M., SUCHÝ, J., ŠOBOVÁ, A.: *Celostátní antropometrický výzkum mládeže 1961.* Zpravodaj Čs. Antropol. Spol. 11, 1 s. 8 (1964).

13. FETTER, V., SUCHÝ.: J. *Současný stav antropometrických parametrů naší mladé generace.* Čs. Pediatrie 22. S. 97-105 (1967).
14. FETTER, V., PROKOPEC, M, SUCHÝ, J., TITLBACHOVÁ, S.: *Antropologie.* Academia, Praha, 1967.
15. FETTER, V., PROKOPEC, SUCHÝ J, ŠOBOVÁ A.: Vývojová akcelerace u mládeže podle antropologických výzkumů z let 1951 a 1961. Čs. pediatrie 17, 8 s. 673-677 (1963).
16. HAJNIŠ, K. BRUŽEK, J., BLAŽEK, V.: *Růst českých a slovenských dětí.* Praha, Academia. 1989.
17. KIKALOVÁ, K., KOPECKÝ, M., CHARAMZA, J., TOMANOVÁ, J., ZEMÁNEK, P. *Blood pressure of girls aged 10 to 18 with respekt to intra-abdominal fat tissue.* Biomedical Papers, September 2015, volume 159, suplement 1, s. 43, ISSN 1213-8118. eISSN 1804-7521. http://dx.doi.org/10.5507/bp.2015.042).
18. KIKALOVÁ, K., KOPECKÝ, M., CHARAMZA, J., TOMANOVÁ, J., ZEMÁNEK, P. *Somatický stav a krevní tlak 10–15letých chlapců v Olomouckém kraji.* Česká antropologie, 2016. ISSN 1804-1876.
19. KLEMENTA, J., MACHOVÁ, J., MENCELOVÁ, M. *Základní tělesné rozměry cvičenců ČSS 1975 ve srovnání s rozměry I., II. a III. ČSS.* Teor. Praxe těl. vých. 1976a 24. S. 685-700.
20. KLEMENTA, J., MACHOVÁ, J., MENCELOVÁ, M.: *Tělesný stav cvičenců ČSS 1975.* In. Sborník prací ped. fak. UP v Olomouci – Biologie 1976b1 s. 103-122.
21. KOPECKÝ, M. *Somatický a motorický vývoj 7 až 15letých chlapců a dívek v olomouckém regionu.* Olomouc: Univerzita Palackého, 2006. 1. vydání. 192 s. ISBN 80-244-1281-0.
22. KOPECKÝ, M. *Somatotyp a motorická výkonnost 7–15letých chlapců a dívek.* Olomouc: Univerzita Palackého, 2011. 221 s. ISBN 978-80-244-2613-6.
23. KOPECKÝ, M., KIKALOVÁ, K., TOMANOVÁ, J., CHARAMZA, J. *Samohodnocení* tělesné výšky, hmotnosti a BMI u 11–15letých dívek. Česká antropologie, 2014, roč. 64, č. 2, 28-33. ISSN 1804-1876.
24. KOPECKÝ, M., KIKALOVÁ, K., TOMANOVÁ, J., CHARAMZA, J. ZEMÁNEK, P. *Somatický stav 6–18letých chlapců a dívek v Olomouckém kraji.* Česká antropologie, 2014, roč. 64, supplementum, 12-19. ISSN 1804-1876.
25. KRÁTOŠKA, J., KOMENDA, S.: *Příspěvek k somatometrii dětí a mládeže českých zemí.* In. Sborník prací ped. fak. UP v Olomouci – Biologie, 1971
26. LHOTSKÁ, L,. BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J., ROTH, Z., PRPKOPEC, M.: *V. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (České země). Zpracování dotazníku pro rodiče.* Státní zdravotní ústav Praha, 1995 .
27. LHOTSKÁ, L., BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J., ROTH, Z., PROKOPEC, M.: *V. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (České země), Antropometrické charakteristiky.* Státní zdravotní ústav, Praha 1993.
28. LHOTSKÁ, L., BLÁHA, P., VIGNEROVA, J., ROTH, Z., PROKOPEC, M.: *V. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (České země), Antropometrické charakteristiky* SZÚ Praha, 1993, s. 183.
29. LORENCOVÁ, A., BENEŠ, J.:*Industrial Population in Moravia (CSSR). A Study in Variability and Adaptability.* Folia Fat. Sci. Nat. Univ. Purkin. Brunensis XVII, 5 1976.
30. MATIEGKA, J.: *Somatologie školní mládeže. Vývin a vzrůst dítěte a dospívající mládeže školní po stránce tělesné.* Akademie věd a umění, 1927 304s.
31. MENZELOVÁ, M.: *Sledování některých antropometrických charakteristik českobudějovické mládeže.* In. Sborník ped. fak. V Českých Budějovicích, Př. Přírodní vědy – antropologie 1973.
32. NOVÁKOVÁ, M., HLOUŠKOVÁ, Z.: *Klinická antropologie.* Avicenum, Hálkova sbírka 33, sborník pediatrických prací. Praha 1984. S. 101
33. PÁVEK, P.: *Tělesná výkonnost 7-19leté mládeže ČSSR.* ČSTV – Olympia, Praha 1977.
34. PROKOPEC, M., SUCHÝ, J., TITLBACHOVÁ, S: *Výsledky třetího celostátního výzkumu dětí a mládeže 1971 (české kraje).* Čs. pediatrie 28, 7: 135-138 (1974.

35. PROKOPEC, M., TITLBACHOVÁ, S., DUTKOVÁ, L. ZLÁMALOVÁ, H.: Výška a hmotnost českých dětí v roce 1981 podle výsledků Celostátního antropologického výzkumu. Čs. pediatrie 41, 1: 20-26 (1986)
36. PROKOPEC, M., LIPKOVÁ,V, ZLÁMALOVÁ, H., TITLBACHOVÁ, S : *Srovnání* růstových hodnot českých a slovenských dětí a mládeže od 3 do 18 let podle celostátního antropologického výzkumu z r. 1971. Čs. pediatrie 33, 4: 223-238 (1978).
37. SELIGER, V.: *Metody a výsledky celostátního výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva.* Univ. Karlova, Praha 1975.
38. ŠŤEPNIČKA, J.: *Typologická a motorická charakteristika sportovců a studentů vysokých škol.* Universita Karlova Praha, 1972
39. VIGNEROVÁ, J., RIEDLOVÁ, J., BLÁHA, P., KOBZOVÁ, J., KREJČOVSKÝ, L. BRABEC, M., HRUŠKOVÁ, M.: *6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika, Souhrnné výsledky.* PřF UK a SZU, Praha 2006, s 238, ISBN 80-86561-030-5.
40. VIGNEROVÁ, J., BLÁHA, P.: *Sledování růstu českých dětí a dospívajících. Norma, vyhublost, obezita.* Praha: 2001, SZÚ, PřF UK.
41. ZEMÁNEK, P., KOPECKÝ, M., KIKALOVÁ, K., TOMANOVÁ, J., CHARAMZA, J., BEZDĚKOVÁ, M. *Stravovací návyky žáků základních škol v Olomouckém kraji.* Česká antropologie, 2014, roč. 64, supplementum, 32-36. ISSN 1804-1876.

# ANTHROPOLOGICAL RESEARCH OF CZECH (CZECHOSLOVAK) POPULATION IN THE PAST AND AT THE PRESENT

## SUMMARY

Many anthropological studies during the time have been focused on the discovery of growth and developmental changes in somatic characteristics during ontogenetic development. National surveys that were the basis for further observation of individual and population development as well as smaller local researches in selected areas where somatic traits were observed are essential for assessing growth trends and for comparing results. In the wider sense, however, there are relatively just several observational works that complexly characterize the development of the physical structure of the population of different age groups. Czechoslovakia (Czech Republic) is one of the few countries where the physical development of both children and youth and the adult population has been monitored. The first extensive research focused on the development of the body height and weight of children aged 6 to 16 was carried out by the teacher of biology prof. Matiegka in 1895. The I. nationwide research of children and youth (the body height and the weight of the population from birth to 18 years and also the height and weight of the parents) was organized by prof. Fetter after the 2nd World War in the year 1951. Further, the research was carried out in the ten-year intervals, (1961, 1971, 1981, 1991, 2001). The development of the secular trend was monitored. Research

in 2011 has not been carried out, for misinterpretation of the Ministry of Health and Grant Agency. In addition, since 1955, the research had been taking place in connection with the Czechoslovak "spartakiada" (exercise of a large number of people together) of the adult population (1955, 1960, 1965, 1970, 1975, 1980, 1985). Most data were published monographically, or articles in professional journals.

**Key words:** secular trend, growth trends, somatic characters, nationwide anthropological research, ongoing research, Czechoslovak Spartakiads

## HISTORY OF POPULATION RESEARCHES

The first large research of a population of transversal character was carried out by prof. Jindřich Matiegka, with the help of biology teachers for the Ethnographic Exhibition in 1895. This research was very extensive at that time, including measuring the body height and weight of 100,000 children aged six to fourteen in the Czech lands and in Moravia in the former Austria-Hungary. This research also laid the foundation for comparative studies of child population growth (Matiegka 1927). The first mention of the evaluation of the physical performance of children and youth falls within the period of the Czechoslovak Republic of 1923. On the occasion of the International Federation of Secondary School Professors, E. Roubal and others submitted a picture of physical maturity of secondary school pupils in the Czechoslovak Republic in Prague in August 1923. For this purpose, at the end of March and the beginning of April of the same year, measurements of physical maturity and performance of 16,167 boys of 8,967 girls from 10 to 19 years of age were performed throughout the country. According to Matiegka's instructions, Ftantišek Štampach (1925) measured 3,000 children in the district of Kralupy nad Vltavou. In addition to other parameters, he identified age, weight and body height, but also, for example, the health of the parents, the state of nutrition and the level of housing which also affect physical development of individual. Finally, he compared his measurement data with the results obtained by prof. Matiegka in 1895. From this comparison, Kralupy children were at height and weight above the average of children of the same age not only from whole Bohemia but also from Prague. This difference explains better nutrition of Kralupy children at the time and better living conditions in the Kralupy region. In 1936–1937, F. Egermayer carried out physical height and weight examinations of college students in Prague. In 1939 J. Auerhan watched the body height of the co-workers and their ratio to the climate by district. The total body height was on average 166–170 cm.

## NATIONAL ANTHROPOLOGICAL RESEARCH OF CHILDREN AND YOUTH

Extensive Nationwide Anthropological Research (CAV) has got a long tradition in our countries. Measurements were performed by pediatricians, trained nurses, biology and physical education

teachers in pediatric population. Investigation of probands and data collection were mostly done in the autumn of the research year.

## I. National Anthropological Research in 1951

Systematic measurements of children and youth, transversal character started in 1951 by prof. Vojtěch Fetter and his colleagues (Prokopec, Suchý and Šobová). Published 1961, 1964.

I. The nationwide anthropological research in 1951 was carried out throughout the territory of Czechoslovakia (especially in the Czech lands and Slovakia). It included the measurement of children and adolescents from 3 to 18 years of age. This research was followed by an ensemble from the age of birth to 3 years in 1953. The most important parameters were body height and weight to assess the health and nutritional status of children and youth after World War II. The parent´s body height and weight of measured children were also recorded. The locations of measured probands were selected by random stratified selection. Altogether 139,674 probands were examined (71,492 boys and 68,181 girls).

## II. National Anthropological Research in 1961

Fetter, Prokopec, Suchý and Šobová conducted II. National Anthropological Research in 1961 (Fetter, Suchý, 1967). Compared to the 1951 research, the same conditions were met with both site selection and size determination. In total, 67,920 boys and 59,060 girls aged 18 years and over were surveyed in the Czech Republic. In Slovakia, Lipková performed the research. The following somatic parameters were measured: body height, weight, head circumference and chest circumference. Once again, the height and weight of the parents were recorded. Measurements were again carried out by trained health workers and biology and physical education teachers.

## III. National Anthropological Research in 1971

III. Nationwide research of children and youth in 1971 ran under the leadership of Prokop, Suchý and Titlbach in the Czech Republic. The research included 59,394 boys and 60,102 girls aged from birth to 18 years of age (Prokopec, Suchý, Titlbachová 1974; Prokopec, Lipková, Zlámalová 1977; Prokopec, Lipková, Titlbachová, Zlámalová 1978). In Slovakia similar research was carried out by Lipková and Grunt. The following somatic parameters were measured: body height, weight, head circumference and chest circumference. Data collection was carried out as in past research in the same way. On the basis of growth parameters, the growth standards of basic body parameters of children and youth were established and the processed material brought valuable insights into growth acceleration and secular trend. Once again, the height and weight of the parents were recorded.

## IV. National Anthropological Research in 1981

IV. National anthropological research took place in 1981 in children and youth from birth to 18 years of age. The research was organized by Prokopec Titlbachová, Dutková, Zlámalová and Lipková,

Grunt in Slovakia again. The examined sample included about 4% of all children population from the Czech counties, 61,100 boys and 62,896 girls. The following physical parameters were monitored: body height, weight, circumference of the head, chest, abdomen foot length. The survey was supplemented by a questionnaire on family, school benefits. After processing the research, the data on body height, weight, or circumference of the chest were published in the form of percentile grafting tables to pediatric practice (Prokopec, Dutková Titlbachová, Zlámalová 1986). Data on family, school benefits and some socioeconomic characteristics of the environment in relation to somatic indicators were also processed. Furthermore, the results of comparison between Czech and Slovak children were elaborated and published, confirming further wiping between the two children populations. Once again, the height and weight of the parents were recorded.

## V. National Anthropological Research in 1991

After 1989, there were changes in both health and education at the beginning of the 1990s; however, in the research carried out, it was possible to observe the stratified selection as in previous research. Some parents were unwilling to investigate the children. However, the Bláha, Lhotská and Vignerová Bošková team managed to collect anthropometric data, including a questionnaire from 90,910 children and young people aged 18 to 44 years (44,630 boys and 43,280 girls). The data collection was carried out in the same way. The following parameters were monitored: body height, weight of head circumference, arm circumference, chest circumference, perimeter of abdominal hips. At the same time, the child's family environment, eating habits, health status, basic anthropometric data on parents and family history, including education, were surveyed by means of questionnaires. (Lhotská L., Bláha P., Vignerová J., Roth Z., Prokopec M. 1993, 1995)

## VI. National anthropological research in 2001

The 1991 CAV, which was the last research of the last century, was established in 2001 by VI. National anthropological research of children and youth 2001. The research was conducted under the direction of Bláha in cooperation with Vignerová, Kobzová, Krejčovský and Riedlová. During the research, the following parameters were measured: body height, weight, head circumference, circumference of left arm, abdominal circumference, and hip circumference. A questionnaire, part for children, part for parents was also filled in. The total sample was 59,109 probands aged from birth to 19 years (28,056 boys and 30,963 despite parents' reluctance). All listed nationwide anthropological research of children and youth has always brought the current growth and development standards of our population from birth to 18 or 19 years of age respectively. The results of these researches are recognized throughout the world. The results of Extensive Nationwide Anthropological Research (CAV) 1991 and 2001 were monographically published: Lhotská, Bláha et al. 1993; Bláha et al. 2005, Vignerová et al.

In 2011, the **VII. National anthropological research of children and youth in the Czech Republic** should be realized. Unfortunately, for financial and other reasons, any other research has not been realized until today, although it has already been proposed six times, in the latest versions in a truncated version. Presently, since 2001, pediatricians and other professionals have no current reference

data. There were changes in the growth dynamics of individual age categories, as well as a significant slowdown or a halting of the secular trend of increasing the body height (according to results of the research carried out in 2001).

## Anthropological investigations carried out in connection with the Czechoslovakian Spartakiads

An important contribution to the growth (auxological studies) of the Czechoslovak population was the measurement carried out at the Czechoslovakian Spartakiads organized by prof. Fetter, when a large concentration of our population from different regions of the Republic was used to obtain data on the state and evolution of the basic physical parameters of the adult population.

The first research was carried out in 1955 at the 1st Czechoslovak Spartakiad. In total, 2974 men aged 18–54 and 2639 women of the same age range were examined.

During the 2nd Czechoslovak Spartakiad in 1960 were examined a total of 4124 men aged 18–64 and 6083 women aged 18 to 59.

During the 3rd Czechoslovakian Spartakiad in 1965 were examined a total of 2122 men aged 18–64 and 2988 women also aged 18–64. The research was haded by Fetter and Suchý (Fetter, Suchý, Prokopec, Titlbachová 1967).

These studies were followed by Klement, Machová, Mencelová during the 4th Czechoslovak Spartakiad in 1975. With the help of trainer, 2939 men and 5078 women (2101 men from Czech Republic, 3988 women, 835 men from Moravia and 1388 women) were examined. The findings from this research – the basic somatic state of the population, characteristics of the body height, weight and circumference of the chest contributed to further illumination of the course of the secular trend. Scientific adviser was Suchý.

In connection with the tradition, anthropological research of the Czechoslovak population aged between 6 and 35 years was carried out on the occasion of the V. Czechoslovak Spartakiad (Bláha et al., 1982, 1984). In collaboration with other anthropologists, 2664 boys and men and 2487 girls and women were examined. In addition to basic body characteristics, a total of 8 length dimensions were measured, including 8 width and 8 circumferential dimensions, and thickness of 13 skin folds. Of these dimensions, an additional 11 indexes and projective measurements were counted.

Subsequently, anthropological research of Spartakiad was carried out in 1985, with 10,450 probands (5,117 boys and men and 5,333 girls and women aged between 6 and 55). The weight, the body height and also the length dimensions 12 width dimensions, 14 circumferential dimensions and thickness of 14 skin folds were measured (Bláha et al 1986, 1987).

## Other selected significant anthropological researches

Between 1966 and 1969, Štěpnička investigated 613 athletes and 198 sportswomen of various sports. He had a reference group of 302 undergraduates and 290 university students with similar somatotypologically for comparison. A valuable contribution to the knowledge of part of our population was research conducted within the International Biological Program. The result of the transversal anthropological examination of the Moravian industrial population carried out between 1971 and 1973 under the leadership of Lorenc and Benes (1976) became a good knowledge of the development of many other physical parameters (There were invoved 1284 men and 1,065 women between the ages of 16 and 65 in this research). The physical fitness of the population was also monitored. Part of the 1969–1974 research, co-ordinated by Seliger (Seliger et al., 1975), included anthropometric examination of selected somatic characteristics of 2,086 boys and men and 1.576 girls and women, which brought some additional data on the somatic development of our population.

Menzel (1973) followed in getting the data of some somatic characteristics of the group of children from Bohemian-Czech children in 1968 and 1969 (862 boys and 815 girls aged 3 to 18) with the aim to monitor the development. Data on body height and weight of 7–19 year old Czechoslovak population of boys and girls were presented by Pávek in the Assessment of physical performance by teachers and staff of Czech Association of Physical Excercises (ČSTV) in 1966. Another contribution to the knowledge of somatometry of children and youth was the work of Kratos and Komenda (1971) following the development of the basic physical characteristics of 2.379 boys and girls from 3 to 18 years old was measured during the years 1968 and 1969. Klement and Komenda (1978) carried out a systematic study of the proportions of the body of children and youth in relation to the needs of the industry. They used the material of three different researches. The first of them included data on a range of characteristics of about 1,700 boys and girls aged 4 to 17 years gathered in 1968. The second one provided data of the body height and weight of about 12,500 individuals of both sexes investigated by Klement and colleagues in 1970 and 1971. The third one was based on an anthropometric data obtained in connection with the Czechoslovak Spartakiad in 1975. In 1976–1978, Hajniš and his colleagues examined about 11,000 children aged between 1,5 and 15 years from 20 localities in the whole of Czechoslovakia (Hajniš, Brůžek, Blažek 1985). As part of a broader research, Novák (1984) analyzed 313 boys and 311 girls from Prague aged 7–17. In 1990, Bláha and his colleagues examined a representative sample of 2.352 pre-school children aged 3 to 7 years from five parts of Czech Republic and the region Prague. Even in the same year, processed data were published (Bláha et al., 1990). The work of longitudinal character was of great importance for monitoring children's growth. One of these was the research by Kapalín, Kotásková and Prokopec in 1956–1962. The results described the development of Prague children from birth up to the age of 18 years.

Similar research was carried out by Bouchalová in the Brno region. She also monitored the growth and development of children from birth to 18 years of age. (Bouchalová, 1987). Further extensive transversal anthropological research took place in 1995–1997. The research was organized by Bláha, followed by Vignerová, Paulová, Riedlová, Kobzová and Krejčovský. Severe changes in head proportions and changes in hull proportions occurred in the seventies and eighties. Updated data

are important for plastic surgeons, dentists, surgeons and others. Therefore, research was carried out in five regions and in Prague. Altogether, more than 28,500 probands up to the age of 16 years were examined. In addition to body height and weight, 7 body dimensions and 24 head sizes were measured. The results were published (Bláha, Vignerová et al., 1999). Bláha, Krejčovský, Jiroutová, Kobzová, Sedlak, Brabec, Riedlová and Vígnerová followed the project "Somatic development of contemporary Czech children – semilongitudinal study". During the years 1997–1999, 29 body dimensions were monitored and repeatedly measured for each child. A total number of 1.925 children were measured. Over the three years, each child was measured at five-year intervals five times. (Bláha, Krejčovský et al., 2006). Between 2001 and 2003, further transversal research was conducted on the pediatric population aged between birth and 6 years. Files contain 4033 boys and 3928 girls. In addition to body height, up to 2 years of body length and weight, 12 body dimensions and 8 head sizes were measured. The processed data were again monographically published (Bláha et al., 2010). From 2001 to 2002, transversal anthropological research of the somatic state and development of boys and girls from 7 to 15 years took place in the territory of the Olomouc region. The research file included a total of 1198 probands, of which were 621 boys and 577 girls. The primary schools undergoing the research were randomly selected to include rural and urban schools. None of these schools had a sports specialization. The research was carried out in total at 7 elementary schools in the Olomouc region. The main project leader was Miroslav Kopecký. The measured parameters were obtained during the partial research which was a part of the research project MSM 154100020 "Research of the Somatic and Psychological Condition of the Population of the Czech Republic with Applications in Anthropogy, Pedagogical Psychology, Clinical Anthropology and Ergonomics" for the period 1999–2004 (Kopecký 2006, Kopecký 2011, Kopecký et al. 2014). In the years 2012 to 2014 anthropological research of the somatic development of 6–18 year old boys and girls in the Olomouc Region took place. The research was carried out within the framework of the international project "Operational Program Cross-Border Cooperation 2007 – 2013 Czech Republic – Republic of Poland Project" and the project "Obesity Epidemic – Common Problem: Knowledge Transfer, Education, Prevention ", Reg. No. PL.3.22 / 2.3.00 / 11.02576. The main project solvers were Professor H. Kolodziej for the Polish side and Miroslav Kopecký for the Czech part. During the transversal anthropological research in the Olomouc region, 3 420 pupils (1714 boys and 1706 girls) were measured at 12 elementary and 3 secondary schools. The main objective of the research was the issue of somatic state, prevention of overweight and obesity and lifestyle in the current population of children and youth. (Kopecký et al. 2014, Zemánek et al., 2014, Kikalová et al., 2015, Kikalová et al., 2016).

## CONCLUSION

As already mentioned, the Czech Republic (Czechoslovakia) has been anthopologically monitored as one of a few countries in the world in through years in the past (since the 18$^{th}$ century). The growth and development of basic body parameters (body height and weight), especially in children and adolescents, were monitored. The influence of the secular trend towards the changes in the growth dynamics in children and increasing of the final body height of the adult population has been seen from the early 19$^{th}$ century. The nationwide anthropological research during the Spartakiads greatly helped with gathering the data.

The aim of this article was primarily to provide basic information on the conducted research and refer to literature, where results are presented, especially in monographs.

## SELECTED REFERENCES – ALL IN CZECH


1. AUERHAN, J.: The Physical Height of Branches and Their Climate Ratio by Percentage of the Total Number by Height to 166cm, 166–170 and over 170 cm Anthropology Prague, Prague 1939, Czech Academy of Sciences and Arts, pp. 341–345.
2. BLÁHA, P. et al.: Anthropometry of the Czechoslovak Population from 6 to 55 Years (Czechoslovakian Spartakiad 1985), part I, part 1 and 2, ÚNZ VS Prague, 1986.
3. BLÁHA, P. et al.: Anthropometry of the Czechoslovak Population From 6 to 35 Years (Czechoslovakian Spartakiad 1980), Second part, OZZ VS ÚNZ NVP, Prague, 1984.
4. BLÁHA, P. et al.:. Anthropometry of the Czechoslovak Population from 6 to 35 Years (Czechoslovakian Spartakiad 1980), OZZ VS ÚNZ of the City of Prague 1982, with 401.
5. BLÁHA, P., HRUŠKOVÁ, M., KREJČOVSKÝ, L. a kol.: Growth and Development of Czech Children Aged between Birth and 6 Years. PřF UK in Prague, 2010, p. 189, ISBN 978-80-86561-38-7.
6. BLÁHA, P., KREJČOVSKÝ, L. et al.: Somatic Development of Contemporary Czech Children – semilongitudinal Study. Charles University, Prague and SZÚ Prague, 2006, p. 345, ISBN 80-86891- 24-0.
7. BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J. et al.: Development of Body Parameters of Czech Children and Youth with Focus on Head Size (0–16 Years) Part I, Part II. University of National and World Economy, Prague, Faculty of Civil Engineering, Prague, Part I p. 182, Part II. p. 282, ISBN 80-7071-122-1
8. BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J., RIEDLOVÁ, J., KOBZOVÁ, J., KREJČOVSKÝ, L., BRABEC. M.: The 6th Nationwide Anthropological Research of Children and Youth in 2001 in Czech Republic, Basic Physical Characteristics 0–19 years. SZU Prague, 2005, p. 71
9. BLÁHA, P. et al.: Anthropometry of Czech Pre-school Children Aged 3 to 7 Years. Part 1 and 2, ÚSM Prague, 1990.
10. BOUCHALOVÁ, M.: Development During Childhood and Adolescence. Prague, Avicenum, 1987.
11. EGERMAYER, R.: 1936–1937 Anthropological Examination of Body Height, Weights and their Relationship in 512 Prague College Students. Anthropologie Praha, 1939, Czech Academy of Sciences and Arts, pp. 231–243.
12. FETTER, V., PROKOPEC, M., SUCHÝ, J., ŠOBOVÁ, A.: National Anthropometric Research of Youth 1961. Newsletter Čs. Akropol. Spol. 11, pp. 8 (1964).
13. FETTER, V., SUCHÝ J.: Current State of Anthropometric Parameters of our Young Ggeneration. Čs. Pediatrics, 22, 97–105 (1967).
14. FETTER, V., PROKOPEC, M., SUCHÝ, J., TITLBACHOVÁ, S .: Anthropology. Academia, Prague, 1967.
15. FETTER, V., PROKOPEC, SUCHÝ J, ŠOBOVÁ A .: Developmental Acceleration in Youth According to Anthropological Research from 1951 and 1961. Czchoslavak Pediatrics 17, 8 pp. 673–677 (1963).
16. HAJNIŠ, K, .BRUŽEK, J., BLAŽEK, V.: Growth of Czech and Slovak Children. Prague, Academia, 1989.
17. KIKALOVÁ, K., KOPECKÝ, M., CHARAMZA, J., TOMANOVÁ, J., ZEMÁNEK, P. Blood Pressure of Girls Aged 10 to 18 with Regard to Intra-abdominal Fat Tissue. Biomedical Papers, September 2015, volume 159, supplement 1, p. 43, ISSN 1213-8118. eISSN 1804-7521. hhttp: //dx.doi.org/10.5507/bp.2015.042).
18. KIKALOVÁ, K., KOPECKÝ, M., CHARAMZA, J., TOMANOVÁ, J., ZEMÁNEK, P.: Somatic State and Blood Pressure of 10–15 Years Old Boys in the Olomouc Region. Czech anthropology, 2016. ISSN 1804-1876.

19. KLEMENTA, J., MACHOVÁ, J, MENCELOVÁ, M.: Basic Physical Dimensions of Practitioners ČSS 1975 Compared to dimensions I., II. and III. ČSS. Theor. Body practice. 1976a 24. S. 685–700.
20. KLEMENTA, J.: MACHOVÁ, J., MENCELOVÁ, M.: Physical Status of Practitioners ČSS 1975. In Proceedings of papers of Faculty of Biology, Palacky University in Olomouc, 1976, pp. 103–122.
21. KOPECKÝ, M.: Somatic and Motor Development of 7–15 Year Old Boys and Girls in the Olomouc region. Olomouc, Palacky University, 2006. 1st edition. 192 pp. ISBN 80-244-1281-0.
22. KOPECKÝ, M. Somatotype and Motor Performance of 7–15 year old boys and girls. Olomouc, Palacky University, 2011. 221 pp. ISBN 978-80-244-2613-6.
23. KOPECKÝ, M., KIKALOVÁ, K., TOMANOVÁ, J., CHARAMZA, J.: Self-assessment of Body Height, Weight and BMI in 11–15 year Old Girls. Czech Anthropology, 2014, vol. 64, No. 2, 28–33. ISSN 1804-1876.
24. KOPECKÝ, M., KIKALOVÁ, K., TOMANOVÁ, J., CHARAMZA, J. ZEMÁNEK, P.: The Somatic Condition of 6–18 Years Boys and Girls in the Olomouc Region. Czech Anthropology, 2014, vol. 64, Supplement, 12–19. ISSN 1804-1876.
25. KRÁTOŠKA, J., KOMENDA, S .: Contribution to Somatometry of Children and Youth of the Czech Lands. In In Proceedings of papers of Faculty of Biology, Palacky University in Olomouc – Biology, 1971
26. LHOTSKA, L., BLÁHA, P., VIGNEROVA, J., ROTH, Z., PROKOPEC, M.: 5th National Anthropological Research on Children and Youth 1991 (Czech Lands). Processing of a questionnaire for parents. State Medical Institute, Prague, 1995.
27. LHOTSKÁ, L., BLAHA, P., VIGNEROVÁ, J., ROTH, Z., PROKOPEC, M.: V. National Anthropological Research of Children and Youth 1991 (Czech Lands), Anthropometric Characteristics. State Medical Institute, Prague 1993.
28. LHOTSKÁ, L., BLÁHA, P., VIGNEROVA, J., ROTH, Z., PROKOPEC, M .: V. National Anthropological Research of Children and Youth 1991 (Czech Lands), Anthropometric Characteristics. State Health Institute, Prague, 1993
29. LORENCOVÁ, A., BENEŠ, J.: Industrial Population in Moravia. A Study in Variability and Adaptability. Folia Fat. Sci. Nat. Univ. Purkin. Brunensis XVII, 5, 1976.
30. MATIEGKA, J .: Somatology of School Youth. The development and growth of a child and adolescent school in physical education. Academy of Sciences and Arts, 1927, p. 304.
31. MENZELOVÁ, M .: Monitoring of some Anthropometric Characteristics of the Youth in the Czech Republic. In. Sborník před. fak. In České Budějovice, Př. Natural Sciences – Anthropology 1973.
32. NOVÁKOVÁ, M., HLOUŠKOVÁ, Z .: Clinical Anthropology. Avicenum, Hálkova sbírka 33, sborník pediatrických prací. Praha 1984. S. 101
33. PÁVEK, P .: The physical performance of 7–19 year old youth of the Czechoslovak Socialist Republic. ČSTV – Olympia, Praha 1977.
34. PROKOPEC, M, SUCHŸ, J., TITLBACHOVÁ, S: Results of the Third National Research on Children and Youth 1971 (Czech Regions). Čs. Pediatrics 28, 7: 135-138 (1974).
35. PROKOPEC, M., TITLBACHOVÁ, S, DUTKOVÁ, L,. ZLÁMALOVÁ, H: The height and weight of Czech children in 1981 according to the results of the National Anthropological Research. Čs. Pediatrics 41, 1: 20–26 (1986)
36. PROKOPEC, M., LIPKOVA, V, ZLAMALOVA, H., TITLBACHOVA, S: Comparison of the growth values of Czech and Slovak children and youth from 3 to 18 years according to the nationwide anthropological research from 1971. Čs. pediatrics 33, 4: 223–238 (1978).
37. SELIGER, V.: Methods and Results of National Research on the Physical Fitness of the Population. Charles Univ., Praha 1975.
38. ŠŤEPNIČKA, J .: Typological and Motoric Characteristics of Athletes and Students of Universities. Charles University, Prague, 1972

39. VINEROVÁ, J., RIEDLOVÁ, J., BLÁHA, P., KOBZOVÁ, J., KREJČOVSKÝ, L. BRABEC, M., HRUŠKOVÁ, M.: Czech National Antropological Research 2001, Czech Republic, Summary Results. Faculty of Science, Charles University, Prague 2006, 238 pp, ISBN 80-86561-030-5.
40. VIGNEROVÁ, J., BLÁHA, P.: Monitoring the Growth of Czech Children and Adolescents. Norm, Attenuation, Obesity. Prague: 2001, State Health Institute, Faculty of Science, Charles University, Prague.
41. ZEMÁNEK, P., KOPECKÝ, M., KIKALOVÁ, K., TOMANOVA, J., CHARAMZA, J., BEZDĚKOVÁ, M.: The Eating Habits of Elementary School Pupils in the Olomouc Region. Czech Anthropology, 2014, vol. 64, supplement, 32–36. ISSN 1804-1876.

Address for correspondence:
**Assoc. Prof. Pavel Bláha, RNDr, Ph.D.**
Department of Biomedicine, University of Physical Education and Sport PALESTRA
E-mail: blaha@natur.cuni.cz

# ZÁKLADY ANTROPOMETRIE A AUXOLOGIE PRO PEDIATRY, DĚTSKÉ ORTOPEDY, ORTOPEDICKÉ PROTETIKY, BIOMECHANIKY, SPECIALISTY V REHABILITACI A FYZIOTERAPEUTY

ZEMKOVÁ DANIELA[1, 2], MAŘÍK IVO[2, 3], HUDÁKOVÁ OLGA[3]

[1] Pediatrická klinika, Fakultní nemocnice Motol Univerzity Karlovy, Praha

[2] Katedra rehabilitačních oborů, Fakulta zdravotnických studií Západočeské Universita, Plzeň

[3] Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu s.r.o., Praha

## 1. ÚVOD

Měření pacientů a hodnocení jejich růstu při preventivních prohlídkách patří mezi běžné činnosti praktického lékaře pro děti a dorost. Dětští endokrinologové v posledních desetiletích výrazně pokročili v pochopení mechanismů kontrolujících růst na hormonální, buněčné i molekulární úrovni, zpřesnila se diferenciální diagnostika poruch růstu a zlepšily se i možnosti léčby. Problematika růstu – **auxologie** (z řeckého auxó = rostu) se však dotýká širokého spektra oborů, které se zabývají rostoucím organismem a zvláště skeletem, od dětských ortopedů přes ortopedické protetiky až k fyzioterapeutům. Měření člověka – **antropometrie** (v našem případě měření dětského pacienta) - patří mezi každodenní aktivity pediatrů, dětských ortopedů, ortopedických protetiků, specialistů v rehabilitaci a fyzioterpaii a samozřejmě klinických antropologů. V ortotice a protetice je antropometrie využívána především ke zhotovení ortotických a protetických pomůcek na míru pacienta, jedná se tedy zpravidla o speciální rozměry individuálně podle potřeb daného pacienta. V poslední době se pro tyto účely začíná užívat moderní techniky, zejména 3D skenerů. Ale i výsledky nejpřesnějších přístrojů je třeba umět interpretovat zvláště s ohledem na růst. K tomu využíváme poznatků auxologie a antropometrie. Antropometrie zahrnuje celou soustavu standardizovaných, přesně definovaných bodů a rozměrů (**1, 2**).

To umožňuje vytvářet referenční soubory, takže známe vývoj jednotlivých rozměrů během růstového období a známe i jejich variabilitu v normální populaci. Srovnáním pacientů s referenčními soubory pak můžeme objektivně zhodnotit a kvantifikovat odchylky od normy. Znalosti o růstu dítěte a růstu jednotlivých tělesných segmentů pak umožňují predikovat další růst, případně i progresi deformit.

Deformity skeletu se vytvářejí a dotvářejí v procesech růstu, modelace a remodelace. Procesů růstu je možné využít k léčbě deformit, zejména při léčení ortotickém (ortézy s ohybovým předpětím) a ortopedickém (hemi-epifyzeodézy). Proto je třeba se seznámit se základními poznatky o růstu – s auxologií.

Růst je jednou ze základních vlastností všech živých organismů. Je **geneticky naprogramován**, ale s určitou mírou volnosti nutnou pro adaptaci na prostředí, v němž se organismus vyvíjí. Růst tedy zároveň citlivě odráží vlivy **prostřed**í jako je výživa, míra pohybové aktivity a zejména zdravotní stav. Tělesný růst je **indikátorem zdraví** jedince i zdraví populace (**3, 4**). Nejčastěji užívaným ukazatelem růstu je **tělesná výška**.

Proto monitorování růstu patří k základním metodám péče o děti a je součástí preventivních prohlídek. Odchylka od předpokládaných hodnot může včas upozornit na výskyt vážnějšího onemocnění dítěte, špatné výživové návyky i nepříznivou psychosociální situaci. Sledování růstu se pak uplatňuje v diagnostice a při kontrole léčby řady chronických onemocnění. Pediatři, ortopedi a ortopedičtí protetici nejčastěji hledají odpovědi na následující otázky:

- Jak bude pacient vysoký v dospělosti?
- Jak dlouho ještě poroste (končetiny, trup)? Kdy bude růst jednotlivých tělesných segmentů ukončen?
- Jaká bude konečná délka jednotlivých tělesných segmentů?
- Kdy bude mít období růstového urychlení a kdy naopak období tzv. růstového klidu?
- Jak se bude zvětšovat zkrat končetiny a jak velký bude v dospělosti?
- Jaký bude zbývající růst jednotlivých dlouhých kostí a páteře?

Proto se budeme podrobněji zabývat antropometrií a zejména problematikou růstu, tedy auxologií. Poslední fází vývoje dítěte je období dospívání, během něhož jedinec dosáhne plné pohlavní zralosti a tělesný růst končí. **Růst a pohlavní zrání** jsou spolu těsně propojeny, proto budeme obojí posuzovat ve vzájemné vazbě. Tyto poznatky pak využijeme při predikcích růstu končetin a páteře.

## 2. ANTROPOMETRIE

Ve srovnání s moderními zobrazovacími metodami nebo molekulárně genetickým vyšetřením se antropometrické vyšetření může zdát jako přežitek z minulých století. V letech 1759–1777 měřil Philibert Gueneau de Montbeillard pravidelně svého syna a vytvořil tak podklady pro první růstovou křivku. Jeho poznatky uveřejnil G.L.L. Buffon (**1**). Již tehdy si všimli, že dítě neroste rovnoměrně, že v prvních měsících je růst nejrychlejší, po prvém roce se zpomaluje a v období puberty opět urychluje. Tehdy nevěděli, jaké mechanismy jsou za to zodpovědné a o čem nás informuje zpomalení či urychlení růstu. V dnešní době je známo o mechanismech růstu mnohem více. Než přiblížíme čtenáři současné znalosti auxologie, zaměříme se na základní antropometrické metody, které se postupně vyvíjejí od 18. století do současnosti.

## 2.1 Měření tělesné délky, výšky a hmotnosti

U dětí do 24 měsíců měříme tělesnou délku vleže, u starších dětí ve stoje.

**Tělesnou délku** měříme nejlépe v bodymetru, tzv. korýtku (**obr. 1**). Pokud bodymetr není k dispozici, můžeme použít přebalovací stůl, na který upevníme pásové měřidlo (např. krejčovskou míru). Temeno hlavy se dotýká kolmé desky – pravoúhlého hranolu nulového bodu měřidla. Dolní končetiny jsou natažené v kolenou a obě nohy se současně dotýkají druhé kolmé desky – hranolu. V případě bodymetru jde o posuvnou část přístroje. U postižených pacientů, kteří se nepostaví, lze podobně přizpůsobit měření na vyšetřovacím lůžku. Bodymetr využíváme i ke stanovení **temenokostrční** délky.

**Tělesnou výšku** vstoje měříme zásadně u svislé stěny. Měřené dítě je bez obuvi, stojí vzpřímeně, paty i špičky nohou jsou u sebe. Paty, hýždě a lopatky se dotýkají stěny, týl hlavy jen výjimečně. Hlava je v tzv. frankfurtské horizontále, což znamená, že ústí zevního zvukovodu a dolní okraj očnice jsou v horizontální rovině. V praxi tohoto postavení hlavy docílíme při pohledu do dálky. Hlava nesmí být skloněna dopředu, zakloněná ani ukloněná. Nejvhodnějším zařízením pro měření tělesné výšky je stadiometr (**obr. 2**). Jeho vodorovný „jezdec" (deska) se dotýká nejvyššího bodu na temeni hlavy a na měřidle či na displeji odečteme tělesnou výšku. Pokud nemáme k dispozici stadiometr, měříme u svislé stěny, na níž je připevněno papírové měřidlo tak, aby nulová hodnota škály odpovídala úrovni podložky. Výšku odečítáme na škále (měřidle) pomocí pravoúhlého hranolu (**obr. 3**). Za nevhodné považujeme metry, které jsou přímo výrobcem instalovány u některých vah, poněvadž při měření pacient nestojí opřen o svislou stěnu. Při antropologických výzkumech se užívá přenosný antropometr.

**Obr. 1.** Měření tělesné délky kojence v bodymetru. Využíváme i ke stanovení temenokostrční délky.

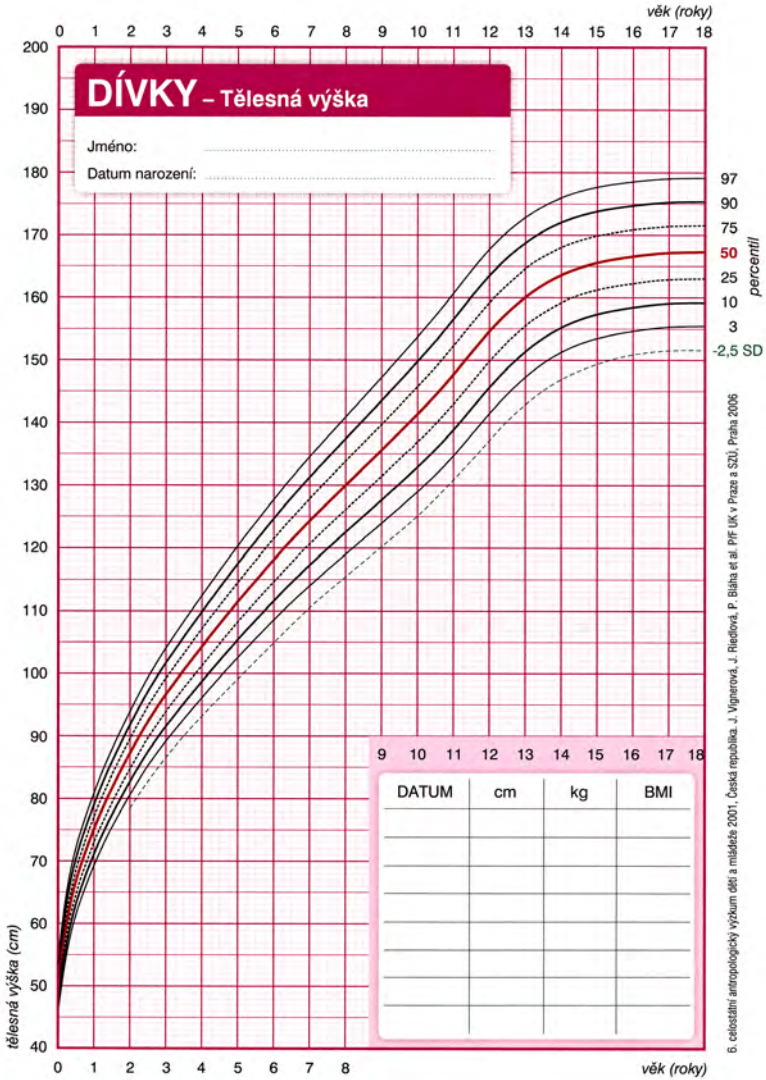
**Tělesnou hmotnost** zjišťujeme vážením ve spodním prádle. K predikcím růstu a řešení auxologických otázek ji většinou nevyužíváme, ale je dobré znát stav výživy našeho pacienta. Obezita s sebou velmi často nese urychlení růstu a puberty a celkově zvýšenou zátěž na pohybový aparát se zvýšeným rizikem rozvoje tzv. statických deformit skeletu (např. valgozity v kolenních kloubech, plochonoží, špatného držení těla aj.). Na druhé straně podvýživa vede ke zpomalení růstu, svalové slabosti, která se projeví poruchou držení těla, a tím i proporcionality postavy.

## 2.2 Hodnocení tělesného růstu a stavu výživy

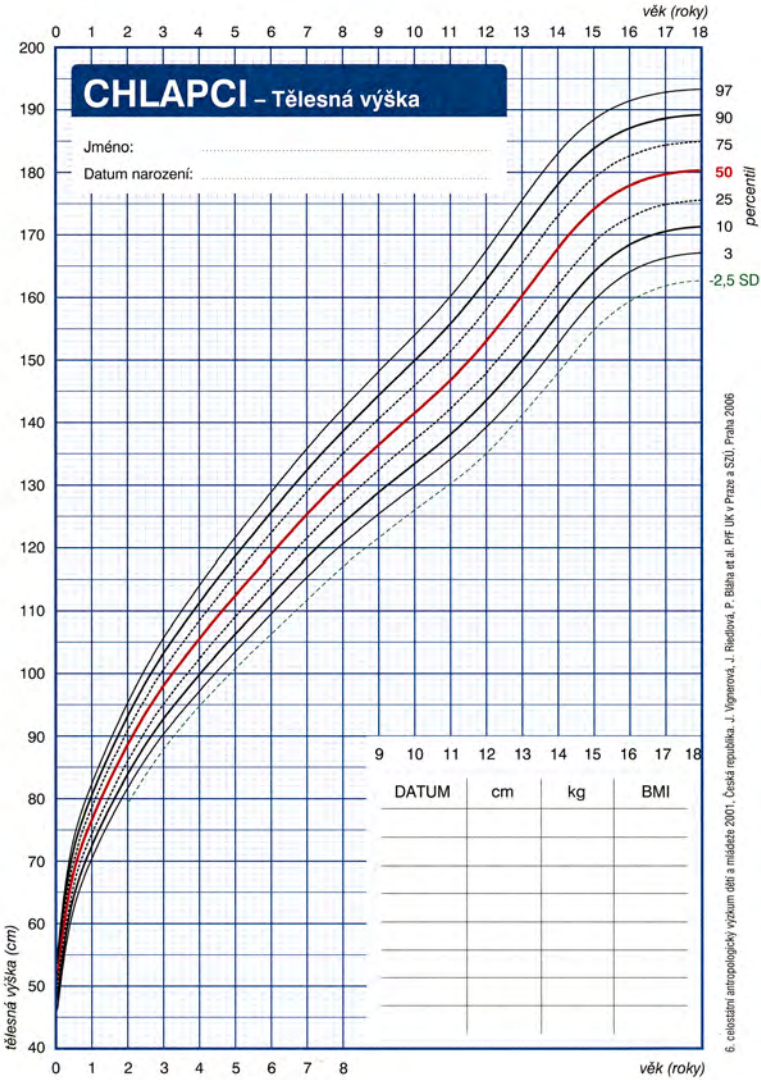
Nejen pediatr, ale i ortoped a ortopedický protetik by měli mít přehled o tom, zda jejich pacient roste jako jeho vrstevníci nebo má poruchu růstu, zda se vzdaluje od normy nebo roste v souladu se svou diagnózou. Je to důležité pro diagnózu poruchy růstu a plánování léčby. K tomu slouží výsled-

**Obr. 2.** Měření tělesné výšky stadiometrem.

**Obr. 3.** Měření tělesné výšky u svislé stěny.




**Obr. 4a.** Percentilový graf tělesné výšky – dívky. Na vodorovné ose x je věková škála. Na svislé ose y se zobrazuje tělesná výška. Její variabilita je popsána pomocí hlavních percentilů. Hodnota daného percentilu znamená, že dané procento referenční populace dosáhne této hodnoty a hodnot nižších. Střední hodnota tedy představuje 50. percentil – 50 % dětí daného věku je nižších a 50 % vyšších. Při konstrukci grafů se dále využívá 3., 10., 25. 75., 90. a 97. percentil. Za dolní hranici normy se považuje 3. percentil (pouze 3% jedinců referenčního souboru jsou stejně velcí nebo menší), za horní hranici 97. P. Mezi 25. a 75. P. je polovina populace, toto rozmezí se považuje za střední hodnotu. Klinickou pozornost si zpravidla zaslouží již 10. a 90. percentil. Hodnota -2,5 SD představuje závažnou poruchu růstu (významná na 1% hladině významnosti).



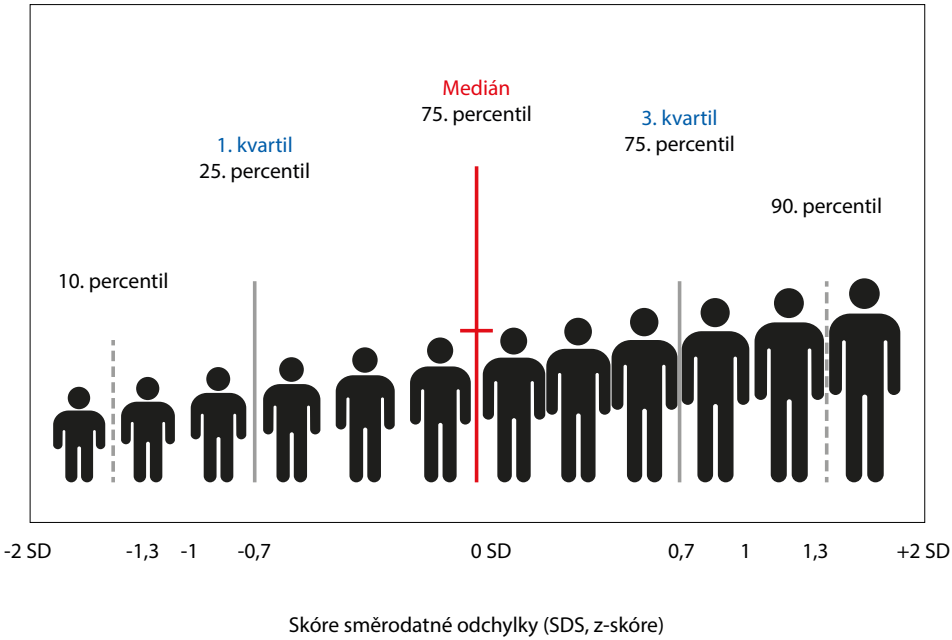

**Obr. 4b.** Percentilový graf tělesné výšky – chlapci. Na vodorovné ose x je věková škála. Na svislé ose y se zobrazuje tělesná výška. Její variabilita je popsána pomocí hlavních percentilů.

ky antropometrických výzkumů prováděné ve školách, mateřských školkách a u dětských lékařů (**5**). Základní pomůckou pro hodnocení růstu dítěte je **percentilový graf tělesné výšky** (**obr. 4a a 4b.**) Výpočet jednotlivých percentilů přibližuje **obr. 5**.

Po zakreslení tělesné výšky dítěte do percentilového grafu můžeme okamžitě porovnat aktuální výšku dítěte s jeho vrstevníky a provést srovnání s předchozím měřením.

**Tělesnou hmotnost** můžeme hodnotit podobně. Důležitější však je vztahovat hmotnost k tělesné výšce, poněvadž to nám dává informaci o stavu výživy, podváze, nadváze či obezitě. K dispozici jsou jak grafy, na nichž je hmotnost (na ose y) přímo vztažena k tělesné výšce (na ose x), tak můžeme použít body mass index (BMI). V případě BMI si však musíme být vědomi toho, že tento index se během růstu mění (např. index 18 představuje u dospělých hraniční podváhu, zatímco u 5letých

**Vztah percentilů a skóre směrodatné odchylky**




$$\text{SDS} = \frac{\text{Naměřená hodnota – průměr referenčního souboru}}{\text{Směrodatná odchylka referenčního souboru pro daný věk a pohlaví}}$$

**Obr. 5.** Porovnání percentilů a skóre směrodatné odchylky. Při normálním Gausssově rozložení se medián rovná průměru a 50. percentil odpovídá hodnotě 0 SD. Polovina populace je mezi -0,7 SD a +0,7 SD. Dolní hranicí normy je -2 SD (což je 2,5. percentil), horní hranicí +2 SD (97,5. percentil).

dětí hraniční obezitu), takže nemůžeme používat hodnocení jako u dospělých, ale hodnocení podle percentilových grafů či SD skóre.

Kromě vytištěných percentilových grafů můžeme použít i různé **počítačové programy**, které po zadání data narození, data měření, tělesné výšky a hmotnosti, případně i dalších rozměrů, vykreslí percentilové grafy pro dané rozměry a spočítají jak umístění pacienta v percentilové síti, tak i SDS (**SD skóre**, skóre směrodatné odchylky, z-score). Na webových stránkách Státního zdravotního ústavu (SZÚ) je dostupný program Růst.cz. Pediatři mají k dispozici nový program Auxo (**6**) i s výukovým textem.

Výpočet skóre směrodatné odchylky (SDS) vychází ze skutečnosti, že většina antropometrických parametrů zdravých jedinců má tzv. Gaussovo rozložení. Výpočet SDS a porovnání s percentily ukazuje **obr. 5**. Skóre vypočítáme tak, že od naměřené hodnoty odečteme průměr či medián (při normálním rozložení je průměr totožný s mediánem) referenčního souboru pro daný věk a pohlaví a rozdíl vydělíme směrodatnou odchylkou referenčního souboru. Toto skóre nám ukazuje, o kolik směrodatných odchylek se daný pacient liší od průměru či mediánu. Hodnoty blízké nule znamenají, že se pacient od normy neliší. Hodnoty vyšší nebo nižší než 2 směrodatné odchylky znamenají, že se pacient významně liší (na 5% hladině významnosti) od referenčního souboru. Toto skóre se užívá jak při statistickém zpracování výsledků, tak v klinické praxi, když potřebujeme kvantifikovat velkou odchylku od normy. Například pacienti s nejčastější kostní dysplazií – achondroplazií mají SDS tělesné výšky v průměru -6,8 SD (v dospělosti ženy 125 cm, muži 130 cm), Turnerův syndrom bez léčby nebo dyschondrosteóza kolem -3,5 SD (ženy 145 cm v dospělosti), osteogenesis imperfekta III. typu -11 SD (98–100 cm v dospělosti).

Důležitým krokem je porovnání růstu dítěte s jeho dědičnou dispozicí. V praxi si do každého percentilového grafu vpravo (k výšce odpovídající 18 rokům věku) zakreslíme **výšky rodičů** – a to tak, že u dívek zakreslíme výšku matky a od výšky otce odečteme 13 cm a zakreslíme. U chlapců zakreslíme výšku otce, k matčině výšce 13 cm přičteme a zakreslíme. To nám názorně ukáže, v jakém percentilovém pásmu by se dítě mělo pravděpodobně nacházet.

Pokud chceme vypočítat tzv. cílovou výšku (target height) a predikční pásmo (**7**), u chlapců sečteme tělesnou výšku otce a hodnotu tělesné výšky matky zvětšenou o 13 cm. U dívek naopak sečteme výšku matky a hodnotu výšky otce s odečtením 13 cm. Obojí vydělíme dvěma a získáme tak tzv. cílovou výšku. Finální výška by měla být v rozmezí +/-8,5 cm od této cílové výšky. Podrobnější výzkumy ukazují, že přesný výpočet by byl složitější (**8**, **4**), byla prokázána tendence k posunu výšky potomků ke středním hodnotám, ale pro klinickou praxi tento jednoduchý výpočet zcela dostačuje.

S takto zjištěným dědičným růstovým potenciálem pak porovnáme naměřenou tělesnou výšku pacienta. Toto srovnání s výškou rodičů využíváme i tehdy, když máme posoudit stav růstu u pacienta z etnika, od něhož nemáme k dispozici národní standardy. Často ale v těchto rodinách vidíme u dětí vyšší vzrůst, blížící se českým vrstevníkům – sekulární trend.

Dalším krokem je **sledování růstové dynamiky**, zhodnocení předchozího růstu. V případě, že pacienta vidíme poprvé, sestrojíme růstovou křivku z anamnestických dat zapsaných ve zdravotním a očkovacím průkaze dítěte nebo na základě dat vypsaných praktickým lékařem pro děti a dorost z preventivních prohlídek. U nedonošených dětí provádíme korekci na gestační věk, což má význam v prvních dvou letech života. Většina zdravých dětí roste od 2–3 let zhruba v percentilovém pásmu daném dědičným potenciálem (výškou rodičů). Jednotlivé „malé" spurty před pubertou zpravidla nevychýlí křivku o více než 0,3 SD za rok (pro názornost 1 SD ve věku od 3 do 18 let činí v závislosti na věku a pohlaví 4–9 cm), výraznější urychlení již znamená počátek růstového spurtu (**9**). Pokud u dítěte naměříme nižší hodnotu než při předchozím měření, jedná se zpravidla o chybu. Výjimkou

| Index výšky vsedě a tělesné výšky | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | chlapci | | | dívky | | |
| věk | n | průměr | SD | n | průměr | SD |
| 2,0–2,49 | 103 | 58 | 1,9 | 109 | 57,9 | 2,2 |
| 2,5–2,99 | 141 | 56,8 | 1,97 | 149 | 56,9 | 1,98 |
| 3–3,49 | 196 | 56,5 | 2,1 | 230 | 56,3 | 1,92 |
| 3,5–3,99 | 284 | 56 | 1,85 | 289 | 55,6 | 1,93 |
| 4–4,99 | 759 | 55,4 | 1,84 | 742 | 55,5 | 1,84 |
| 5–5,99 | 964 | 54,8 | 1,71 | 856 | 54,9 | 1,71 |
| 6–6,49 | 62 | 54,7 | 1,11 | 80 | 54,84 | 1,06 |
| 6,5–6,99 | 162 | 54,37 | 1,05 | 182 | 54,49 | 1,17 |
| 7–7,49 | 234 | 54,17 | 1,1 | 233 | 54,27 | 1,12 |
| 7,5–7,99 | 251 | 53,91 | 1,12 | 241 | 54 | 1,15 |
| 8–8,49 | 298 | 53,66 | 1,02 | 294 | 53,64 | 1,11 |
| 8,5–8,99 | 365 | 53,38 | 1,12 | 367 | 53,3 | 1,09 |
| 9–9,45 | 309 | 53,15 | 1,1 | 302 | 53,09 | 1,07 |
| 9,5–9,99 | 263 | 52,86 | 1,11 | 245 | 52,79 | 1,06 |
| 10–10,49 | 250 | 52,6 | 1,19 | 267 | 52,53 | 1,09 |
| 10,5–10,99 | 317 | 52,33 | 1,18 | 306 | 52,25 | 1,12 |
| 11–11,49 | 281 | 52,16 | 1,18 | 242 | 52,22 | 1,17 |
| 11,5–11,99 | 259 | 51,91 | 1,14 | 206 | 52,15 | 1,14 |
| 12–12,49 | 284 | 51,61 | 1,07 | 248 | 52,11 | 1,1 |
| 12,5–12,99 | 306 | 51,43 | 1,11 | 281 | 52,2 | 1,2 |
| 13–13,49 | 284 | 51,35 | 1,09 | 214 | 52,26 | 1,2 |
| 13,5–13,99 | 226 | 51,34 | 1,18 | 175 | 52,44 | 1,3 |
| 14–14,49 | 195 | 51,41 | 1,27 | 172 | 52,64 | 1,3 |
| 14,5–14,99 | 160 | 51,63 | 1,33 | 151 | 52,85 | 1,28 |
| 15–15,49 | 116 | 51,67 | 1,45 | 92 | 53,15 | 1,19 |
| 15,5–15,99 | 55 | 51,86 | 1,49 | 30 | 52,97 | 1,15 |

**Tab. 1.** Poměr výšky vsedě k tělesné výšce podle českých antropometrických výzkumů (**11, 12**).

mohou být kompresivní fraktury páteře při systémových nebo nádorových onemocněních,anebo jiné poškození páteře, např. úrazem, ozářením nebo v rámci progrese vrozené vady, např. vrozené či idiopatické skoliózy. U pacientů s „častěji" se vyskytujícími kostními dysplaziemi (např. achondroplazie, vrozená spondyloepifyzární dysplazie, Turnerův syndrom aj.) jsou k dispozici „disease specific charts", které s výhodou použijeme při jejich sledování i při predikci výšky v dospělosti (**10**).

## 2.3 Měření jednotlivých tělesných segmentů a proporcionality

Antropometrie jednotlivých tělesných segmentů a objektivní zhodnocení proporcionality postavy je nedílnou součástí diferenciální diagnostiky kostních genetických chorob – kostních dysplazií (osteochondrodysplazií). Základní vyšetření proporcionality by mělo být stejně jako tělesná výška a hmotnost součástí vyšetření u dětského ortopeda. V praxi zpravidla postačí orientační metoda pomocí výšky vsedě viz **obr. 6** (u dětí do 2 let temenokostrční délky) a rozpětí paží (**11, 12, 13**). Poměr délky trupu a končetin se výrazně mění během ontogenetického vývoje jedince (**12, 14**). Tyto změny podrobně rozebereme v kapitole věnované auxologii. Známy jsou geneticky podmíněné rozdíly mezi skupinami různého etnického původu, poslední výzkumy však ukazují, že genetická determinace těchto rozdílů se přeceňovala a že řízení procesů růstu je komplexnější, než se předpokládalo (**14**). Opakované výzkumy potvrzují, že v populaci zdravých jedinců jsou rozdíly ve výšce vsedě relativně malé, zatímco v délce dolních končetin je variabilita větší. Variabilita tělesné výšky je z větší části dána variabilitou v délce končetin. Jedinci nižší postavy mají končetiny relativně kratší, zatímco při zvyšování postavy v rámci sekulárního trendu se končetiny relativně prodlužují (**13, 14, 12**). Co z toho vyplývá pro klinickou praxi? V prvé řadě musíme k hodnocení proporcionality pacientů používat věkově specifické normy. Poměr výšky vsedě k tělesné výšce podle českých antropologických výzkumů (**11, 12**) uvádí **tabulka 1**. Rovněž můžeme použít poměr výšky vsedě k vypočtené subischiální délce dolních končetin podle švýcarské longitudinální studie (**15**). Speciální korekci indexu na tělesnou výšku u jednotlivých pacientů provádět nemusíme, ale musíme mít na paměti, že hraniční

**Obr. 6.** Měření výšky vsedě

zkrácení dolních končetin u jedinců malého vzrůstu nemusí samo o sobě znamenat podezření na kostní dysplazii. Typickou kostní dysplazii se zkrácenými končetinami a téměř normální výškou trupu představuje achondroplazie, hypochondroplazie, dyschondrosteóza, dále hypofosfatemická křivice (**16**) a další. Naproti tomu u pseudoachondroplázie, spondyloepifyzární dysplazie, Kniestovy dysplazie, osteogenesis imperfekta III a IV. typu je kromě zkrácení končetin přítomno i významné zkrácení trupu. Krátký trup při malém vzrůstu je charakteristický pro spondyloepifyzární dysplazii způsobenou mukopolysacharidózou IV A (Morquio-Brailsfordův syndrom). Normální délku dolních končetin a zkrácení trupu vídáme u osteogenesis imperfekta I. typu.

Podrobnější antropometrické měření je založeno na soustavě definovaných antropometrických bodů na těle (**1, 2, 3, 17, 18**). Můžeme měřit jednak vzdálenosti mezi těmito body (takzvané přímé rozměry) nebo výšku jednotlivých bodů od země a odečtením pak zjistit projektivní rozměry délek segmentů. Toto měření je rychlejší, a proto je často využíváno při sběru referenčních dat. Měříme antropometrem.

Nejčastěji užívané body a rozměry při měření proporcionality jsou uvedeny v **tabulce 2**. Podrobným měřením a srovnáním s referenčními daty (**3, 17, 18**) můžeme zjistit, zda je zkrácení končetin rhizomelické (výrazněji je zkrácen proximální segment končetiny – stehno, paže) jako např. u achondroplazie nebo mesomelické (více zkrácen střední segment – bérec, předloktí) jako např. u dyschondrosteózy (syndrom Leriho-Weilův). Měření jednotlivých rozměrů zejména u pacientů s vadným držením těla nebo obezitou může být zatíženo chybou. Příkladem může být měření výšky vsedě u obézních pacientů, které může výšku vsedě nadhodnocovat. V takovém případě hledáme k doplnění jiný parametr, např. výšku horního okraje symfýzy od země.

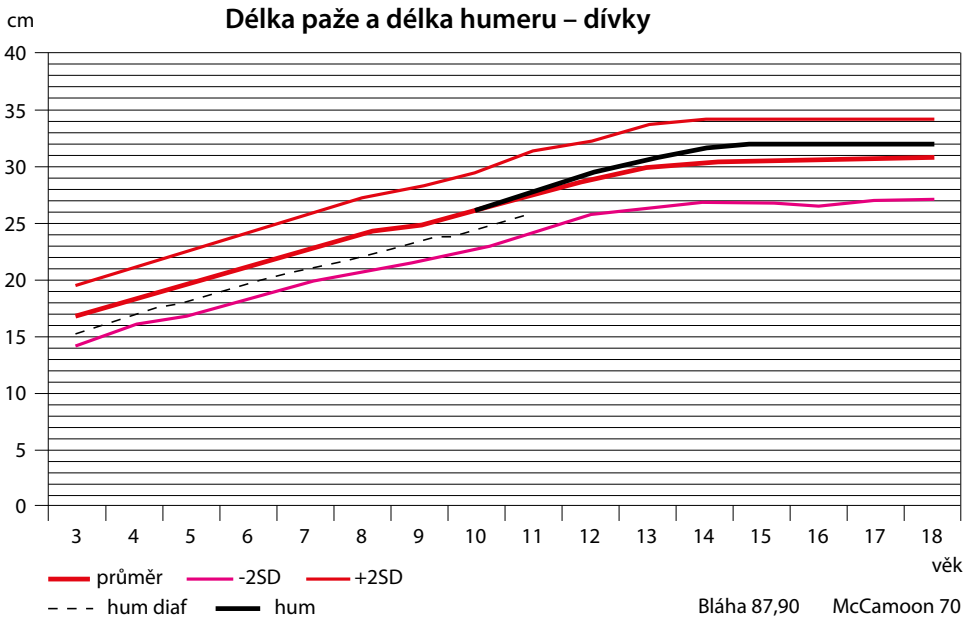
Kromě antropometrických údajů máme k dispozici i standardy rentgenologické (**19, 20, 21**). Rentgenologické tabulky nám ukazují délku diafýz (děti od narození do 12 let) a celých dlouhých kostí (děti starší 10 let do ukončení růstu) (**21**). Bohužel se jedná o starší data, takže musíme brát v úvahu sekulární trend. Naštěstí však jsou tabelovány i relativní délky jednotlivých dlouhých kostí, tj. délky kostí v % tělesné výšky. Srovnání rozměrů jednotlivých segmentů končetin podle rentgenologických a antropometrických standard (**21, 18**) ukazují grafy na **obr. 7**. Velmi užitečné pro zhodnocení proporcionality jednotlivých dlouhých kostí jsou tabelované vzájemné poměry humeru, radia, tibie a femuru (**22**). Nepředpokládáme, že by pediatr, ortoped nebo ortopedický protetik prováděli tato měření, ale podle dostupných údajů o růstu jednotlivých segmentů je možno odhadovat i budoucí změny speciálních rozměrů, které u pacienta měříme a predikovat zbývající růst jednotlivých částí těla.

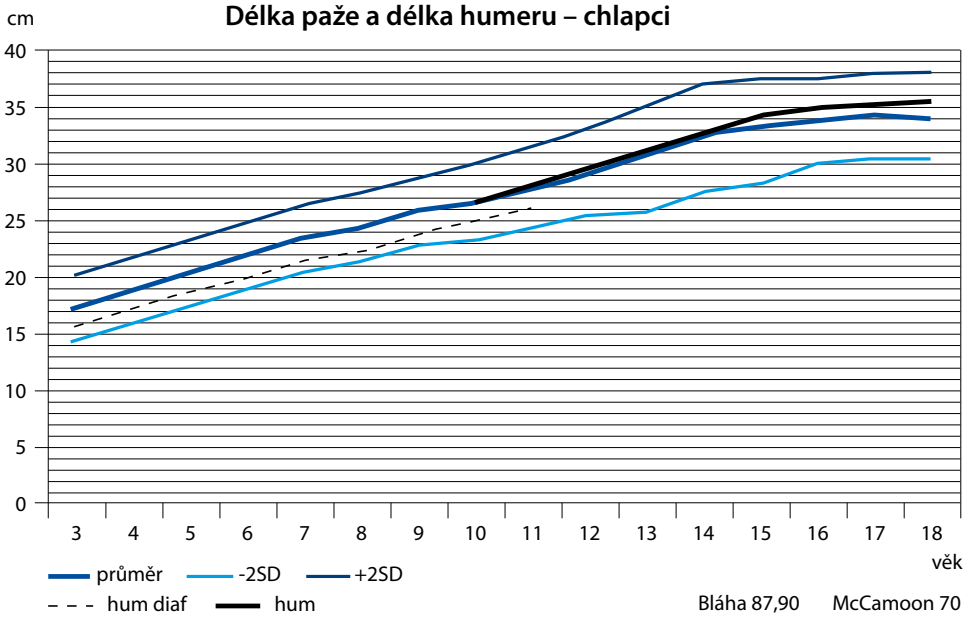
## 2.4 Měření asymetrie

Řešení nestejné délky končetin, hypoplazie či hyperplazie dolní končetiny patří mezi úkoly klinického antropologa, ortopedů i ortopedických protetiků.

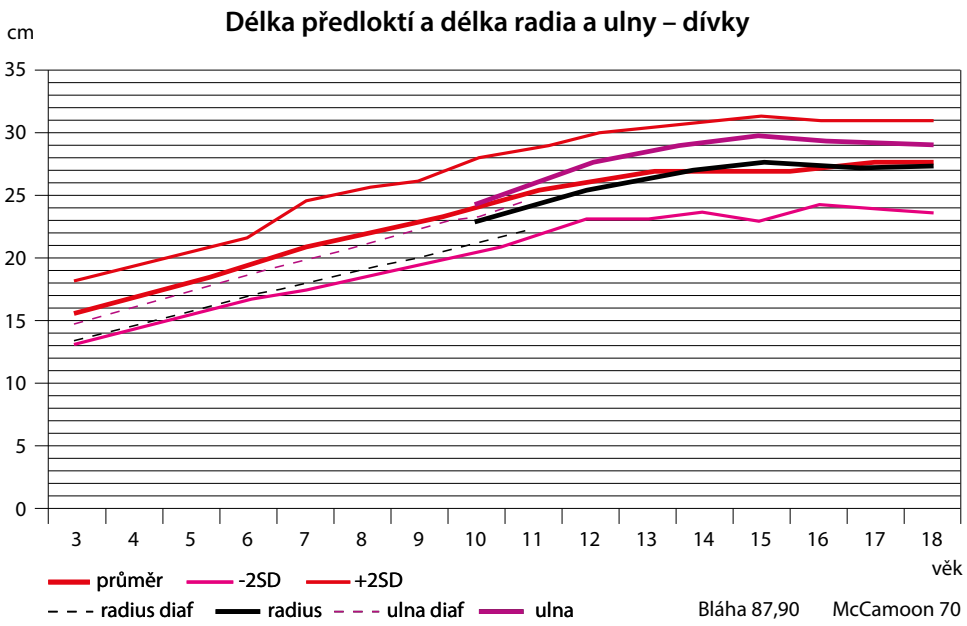
| | |
|---|---|
| **Vertex** | bod na temeni hlavy, který při poloze hlavy ve frankfurtské horizontále leží nejvíce nahoře. |
| **Akromiale** | bod ležící nejvíce laterálně na akromiálním výběžku lopatky (Acromiu) při vzpřímeném postoji. Ramena jsou uvolněná, paže spuštěny podél těla. |
| **Radiale** | bod ležící na zevním horním okraji hlavičky radia, štěrbina loketního kloubu. |
| **Stylion** | bod ležící nejníže na zevním okraji processus styloideusr adiii. |
| **Daktylion** | bod na konci 3.prstu, který na připažené končetině leží nejníže. |
| **Symphysion** | bod ležící na horním okraji symfýzy stydkých kostí. |
| **Iliospinale** | bod předním trnu kyčelním (spina iliaca anterior superior) ležící nejvíce vpředu. |
| **Tibiale** | lat. nejvyšší bod laterálním okraji na caput tibiae, spolu s bodem tibiale med určují štěrbinu kolenního kloubu. |
| **Sphyrion** | bod ležící nejníže na vnitřním kotníku. |
| **Tělesná výška** | vzdálenost bodu vertex od podložky. Proband stojí vzpřímeně, záda, hýždě a paty se dotýkají svislé stěny. |
| **Výška vsedě** | vertikální vzdálenost temene hlavy od podložky, na které proband sedí. Stehna svírají s bérci pravý úhel. |
| **Subischiální délka dolních končetin** | se vypočítá odečtením výšky vsedě od tělesné výšky. |
| **Rozpětí horních končetin** | vzdálenost hrotů prostředních prstů (bodů daktylion) při maximálním upažení, dlaně obráceny dopředu. |
| **Délka horní končetiny** | získaná odpočtem rozměru výšky bodu daktylion od výšky bodu akromiale od země. |
| **Délka paže** | získaná odpočtem rozměru výšky bodu radiale od výšky bodu akromiale. |
| **Délka předloktí** | získaná odpočtem rozměru výšky bodu stylion od výšky bodu radiale. |
| **Délka ruky** | získaná odpočtem rozměru výšky bodu daktylion od výšky bodu stylion. |
| **Délka dolní končetiny** | vypočítávala se z výšky bodu iliospinale od země podle korekční matice podle Herma. |
| **Délka stehna** | rozdíl mezi délkou dolní končetiny a výšky bodu tibiale od podložky. |
| **Délka dolního tělesného segmentu** | se rovná výšce horního okraje symfýzy od země. Při správném měření a držení těla by se odchylka od normy (SDS) měla podobat odchylce délky dolních končetin i subischiální délky dolních končetin (získané odpočtem výšky vsedě od tělesné výšky). |
| **Výška horního tělesného segmentu** | se získává odpočtem dolního tělesného segmentu od tělesné výšky. Při správném měření a držení těla by se odchylka od normy (SDS) měla podobat výšce vsedě (SDS). |

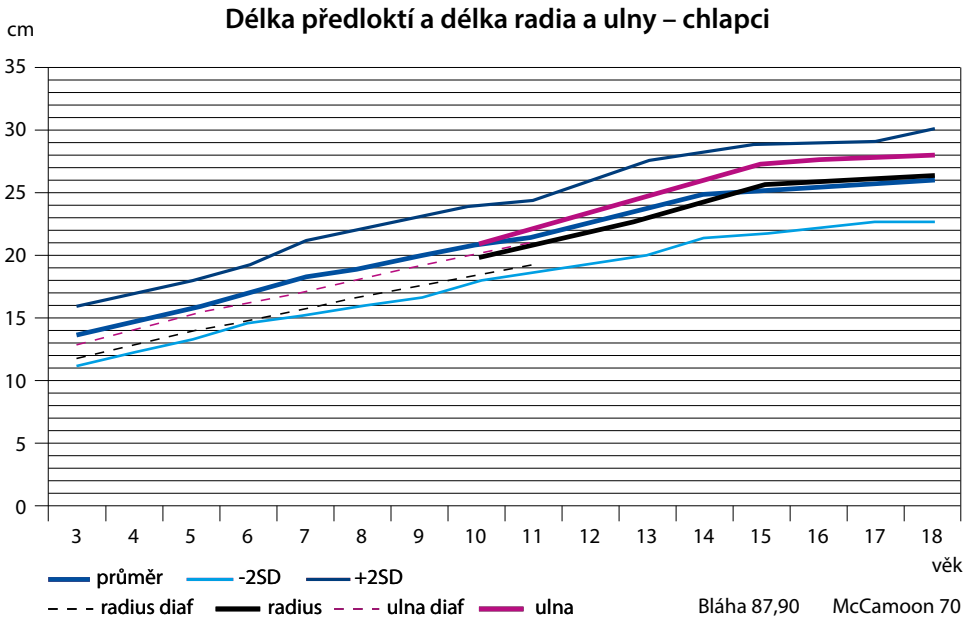
**Tab. 2.** Nejčastěji užívané body a rozměry při měření proporcionality a jejich definice



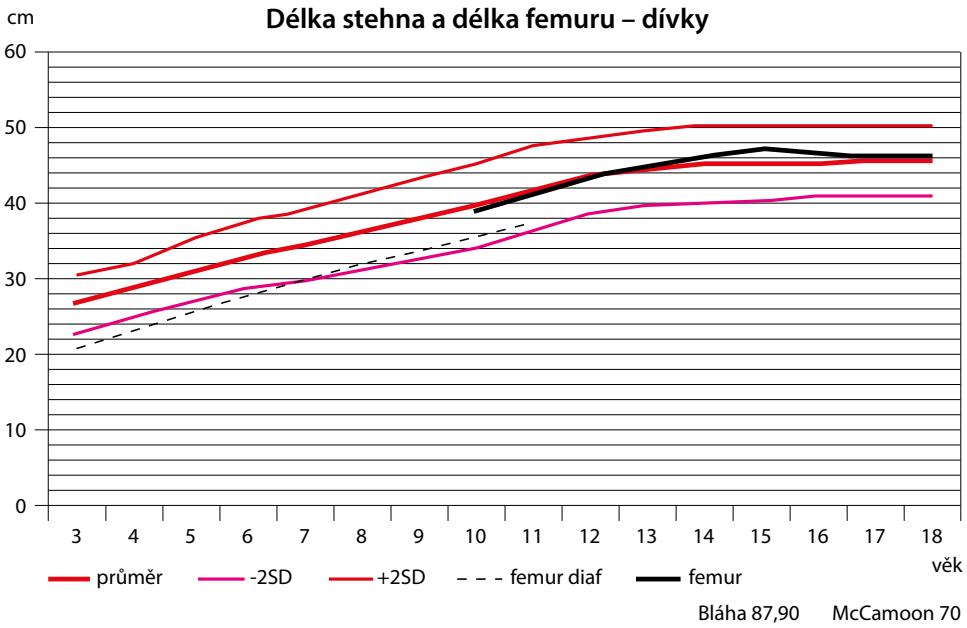



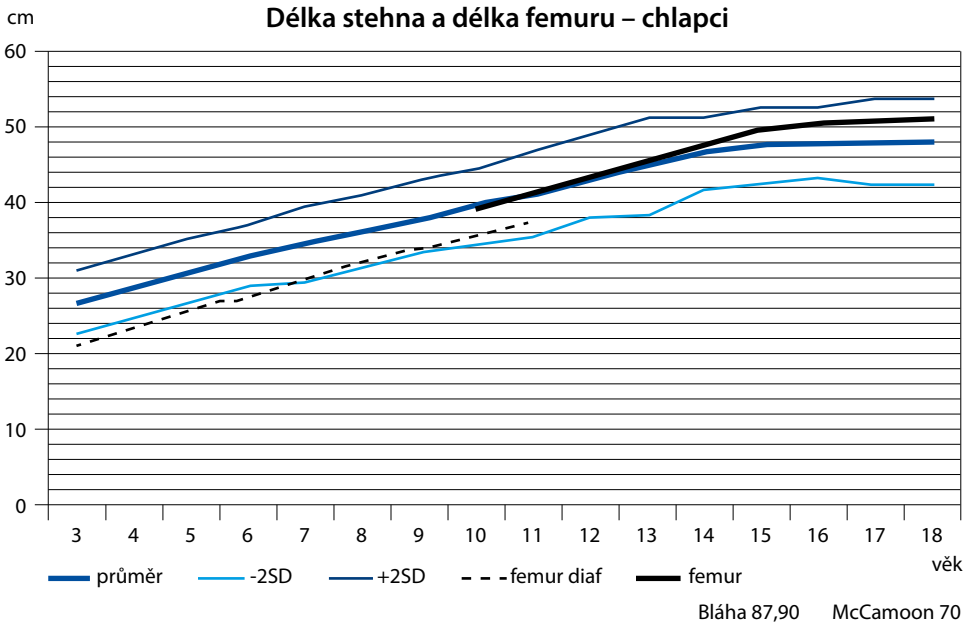

**Obr. 7a.** Délka paže ve srovnání s délkou humeru – dívky, chlapci.



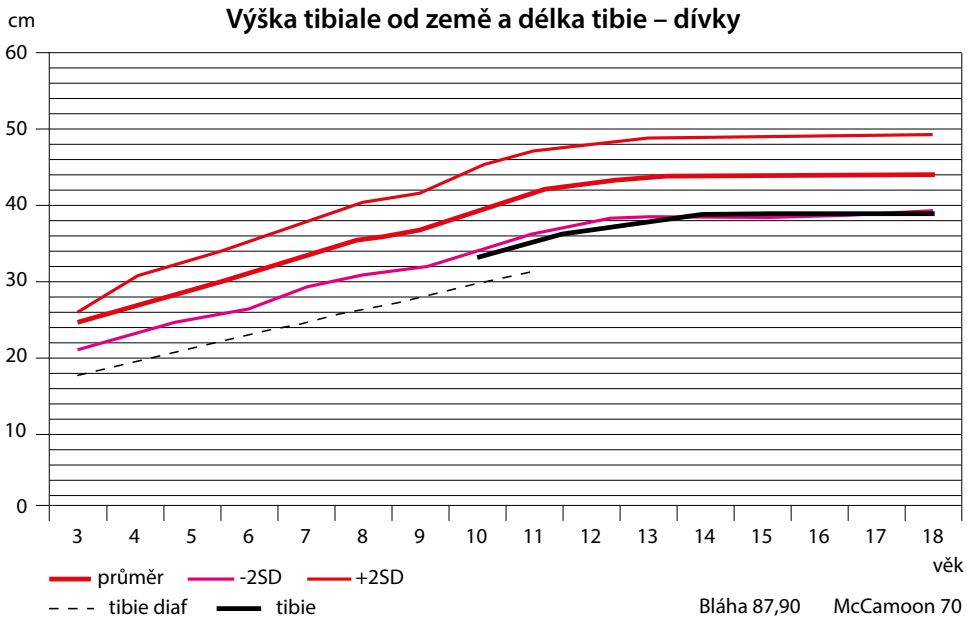



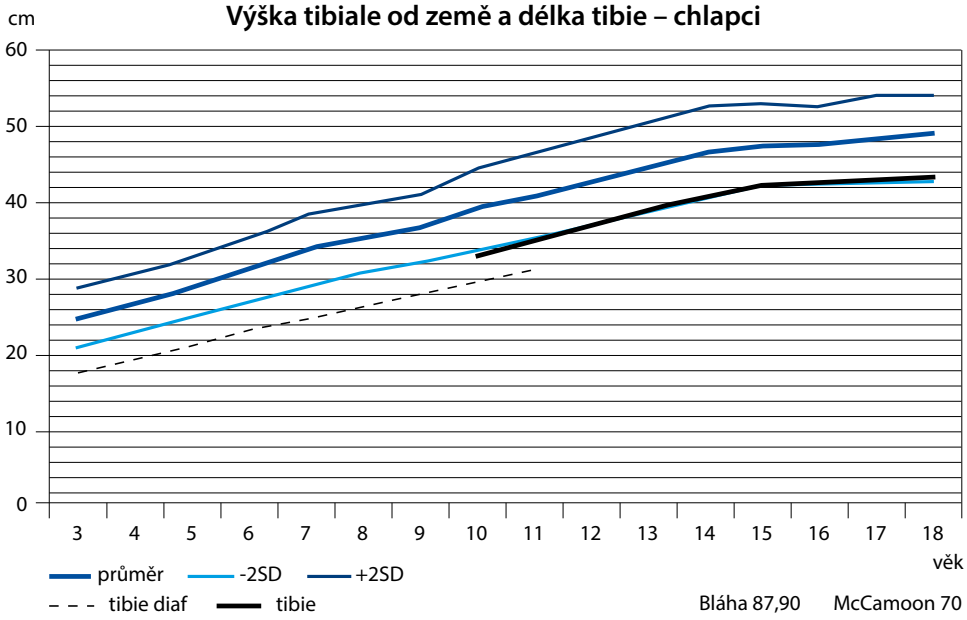

**Obr. 7b.** Délka předloktí ve srovnání s délkou ulny a radia – dívky, chlapci




**Obr. 7c.** Délka stehna ve srovnání s délkou femuru – dívky, chlapci




**Obr. 7d.** Výška tibiale od země (bérec) ve srovnání s délkou tibie – dívky, chlapci

U kojenců provádíme měření vleže v tzv. korýtku – bodymetru, kde měříme každou končetinu zvlášť tak, že asistující osoba dohlíží nejen na to, aby se hlavička dotýkala kolmé desky u nulového bodu měřidla, ale aby pánev byla umístěna symetricky.

U starších spolupracujících dětí hodnotíme rozdíl v délce končetin zpravidla ve stoje pomocí podkládání kratší končetiny, dokud nedosáhneme vyrovnání výšky hřebenů kyčelních kostí. Pro kontrolu měříme i výšku spina iliaca anterior superior (tzv. iliospinale) od země. U nespolupracujících a nestojících dětí pak měříme vleže pásovou mírou vzdálenost mezi iliospinale a vnitřním kotníkem. Na nestejné délce dolních končetin se podílí asymetrie jamek kyčelních, krčků stehenních kostí, diafýzy a dolního konce femuru, kostí bérce a tarsálních kostí (talus a kalkaneus). Z důvodů radiační hygieny s výhodou využíváme rentgenový snímek kyčlí a pánve zhotovený ve stoje a RTG obou bérců vleže v předozadní a bočné projekci. Pro verifikaci zkratu segmentů dolní končetiny a pro predikci vývoje zkratu je vhodné použít RTG snímky dolních končetin zhotovené ve stoje (tzv. telerentgenogramy dolních končetin). Měříme rovněž obvodové rozměry končetin, délku a šířku nohy a další rozměry podle individuální potřeby. Měření obvodových rozměrů má význam především pro verifikaci a sledování vývoje hyperplazie/trofie a hypoplazie/trofie.

(Pozn. Hyper/hypoplazie je porucha vývoje končetin vrozená, zatímco hyper/hypotrofie je porucha získaná)

# 3. AUXOLOGIE

## 3.1 Charakteristický růstový vzorec člověka

Člověk (společně s opicemi a lidoopy) ve srovnání s jinými biologickými druhy roste relativně pomalu. Zatímco u většiny savců po období rychlého postnatálního růstu bezprostředně následuje pubertální výšvih, u člověka je mezi tato období rychlého růstu vloženo období pomalého růstu – relativně dlouhé dětství, které je skutečným specifikem člověka. Ve srovnání s ostatními primáty má člověk výraznější pubertální spurt (**23, 4**). Růstovou křivku člověka podrobně analyzoval švédský auxolog J. Karlberg (**9**), který ji matematicky rozdělil do tří oddělených komponent, které na sebe nasedají, vzájemně se překrývají a sčítají (**24, 25**) **obr. 8**.

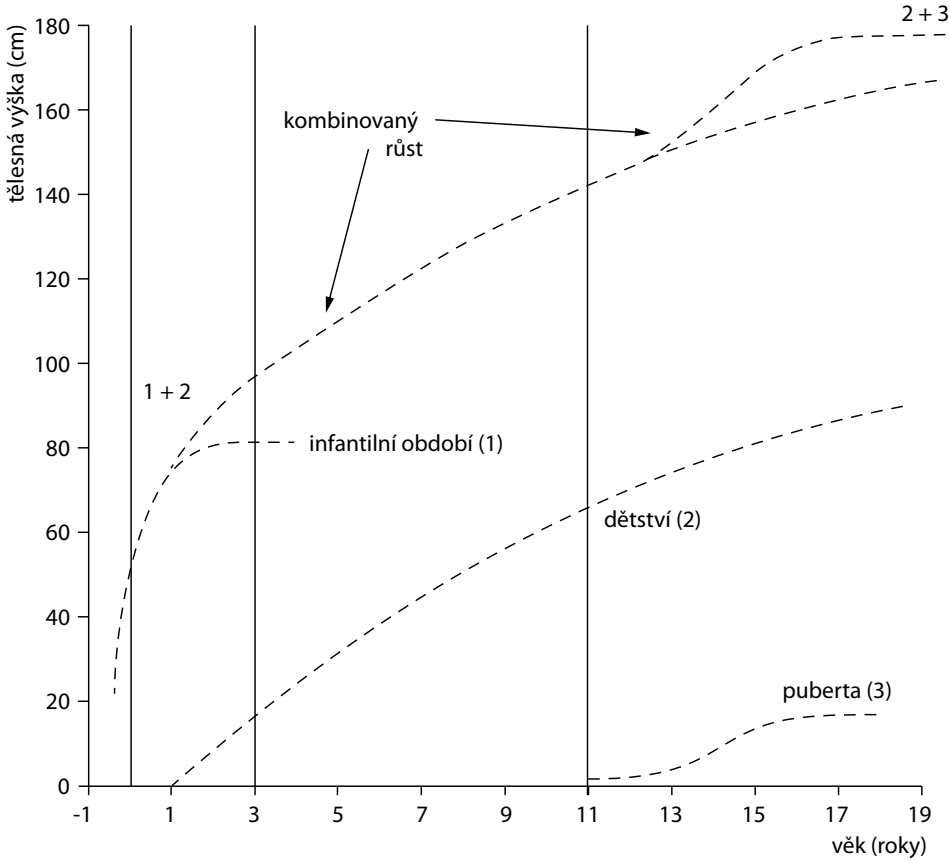
1. Komponenta I (Infancy, infantilní, či lépe infantní komponenta)
2. Komponenta C (Childhood, dětská komponenta růstu)
3. Komponenta P (Puberty, pubertální komponenta růstu)

Každá z těchto komponent je odlišně hormonálně řízena.

## 3.2 Růst v kojeneckém a batolecím věku

**Komponenta I** je přímým pokračováním fetálního růstu. V tomto období dítě roste nejrychleji. Komponenta I přispívá k finální výšce podle Karlberga od početí u chlapců 44 %, u dívek 46 %. Infantilní komponenta se dominantně uplatňuje v růstu dítěte do 1 roku a doznívá mezi 3. a 4. rokem života (**9, 24, 25**).

V řízení růstu se v tomto období uplatňují především **IGF**-I (insulinu podobný růstový faktor I ) a IGF-II. Vliv růstového hormonu na růstovou rychlost se teprve začíná rozvíjet. Hladiny IGF mohou být v těhotenství ovlivněny výživou matky, chronickým onemocněním matky, embryonální nebo fetální infekcí, funkcí placenty nebo toxickými vlivy ze strany matky. Zde musíme zvlášť v současné době zdůraznit negativní vliv nikotinu, alkoholu i dalších návykových látek. Po narození má určující vliv na růst stav výživy dítěte a zdravotní stav.



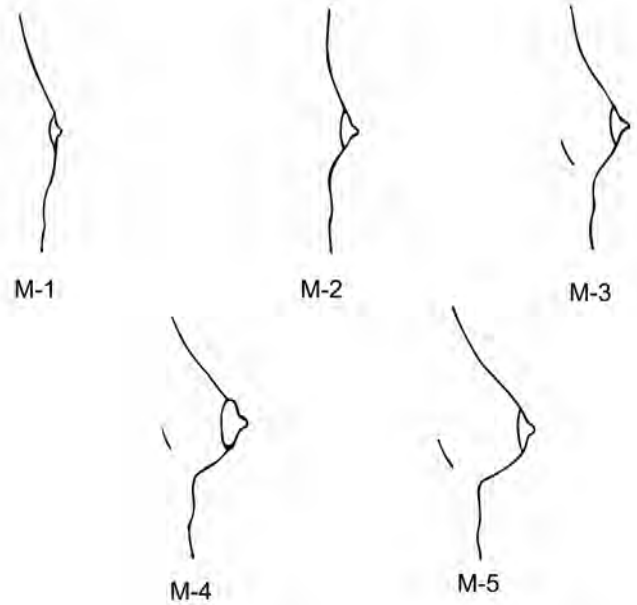

**Obr. 8.** Karlbergův model růstu – ICP. Podle Karlberga 1989 (**9**)

Je známo, že **proporcionalita** jedince se od fetálního vývoje přes dětství do dospělosti výrazně mění (**14, 23**). Novorozenec má relativně velkou hlavu, delší trup a kratší končetiny. Infantní komponenta růstu je charakteristická pokračujícím rychlým růstem mozkovny, první 3–6 měsíců roste trup a končetiny zhruba rovnoměrně, pak rostou končetiny poněkud rychleji, ale proporcionalita trupu a končetin se nadále významně liší od dospělosti.

Velká řada **kostních dysplazií** se začíná projevovat růstovou retardací nebo disproporcionálním růstem již v druhé polovině intrauterinního období (např achondroplazie), jiné se manifestují většinou do 3 let dítěte (pseudoachondroplazie, hypochondroplazie, vitamin D rezistentní křivice aj.) (**16, 26, 27**).

## 3.3 Růst v dětském věku

**Komponenta C.** Je charakterizována dominantním vlivem **růstového hormonu**, který řídí sekreci IGF-I, zároveň se v této době začíná výrazněji uplatňovat dědičný růstový potenciál. Tato komponenta začíná ovlivňovat růst po 6 měsíci, kdy se překrývá s infantilní komponentou a dominuje



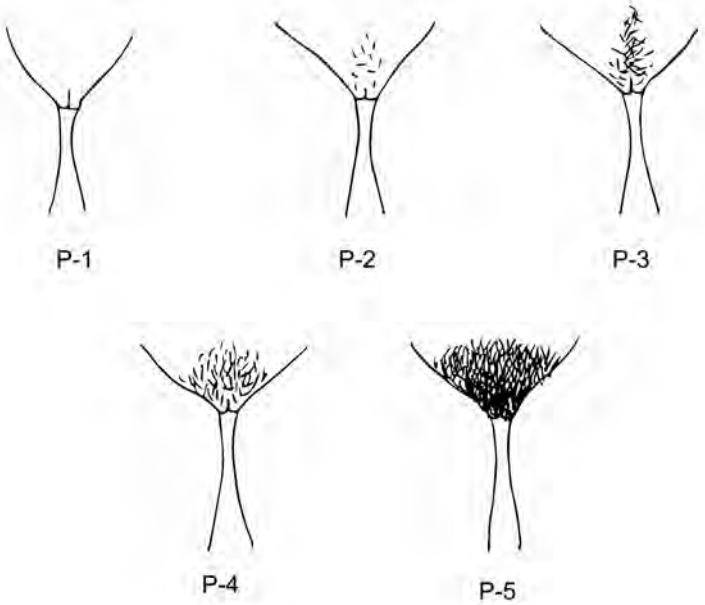

**Obr. 9a.** Vývoj sekundárních pohlavních znaků –podle Tannera (**35, 36**). Stadia vývoje prsů u dívek
M1 – prepubertální M2 stadium „poupěte", žlázové těleso jen v rozsahu dvorce . M3 žlázové těleso přesahuje dvorec M4 – dvorec se vyklenuje nad niveau vlastního prsu M5 hyperpigmentový dvorec v niveau prsu, ohraničený věnečkem Montgomeryho žlázek, bradavka je erektilní

po 2. roce života (**9, 24, 25, 28**). Můžeme ji označit jako **období pomalého růstu. K finální výšce přispívá 47,5 %**.

Nejrychleji roste dítě do 2 let, pak se růst postupně zpomaluje z 9 cm na zhruba 5 cm za rok před pubertou. Tak vypadá křivka růstových rychlostí, pokud spočítáme průměrné hodnoty ze sledování velkého množství dětí. Pokud ale budeme sledovat jedince, vidíme, že individuální růst není rovnoměrný, drobné růstové spurty se střídají se zpomalením. Většina dětí, častěji chlapci, mají růstové urychlení nazývané mid-spurt, spojované s adrenarche (**29**). Růstová rychlost však nedosahuje pubertálních hodnot a doba nástupu je velmi variabilní, takže se většinou na průměrné křivce růstových rychlostí neprojeví.

Růst trupu se zpomaluje výrazněji než růst končetin, končetiny tedy rostou více než trup, takže se **proporcionalita** během dětství výrazně mění. Mozkovna již roste velmi pomalu.

V období dětství již má na růst dítěte výrazný vliv **dědičný růstový potenciál**. Jedná se o tzv. polygenní dědičnost. Na řízení růstu se podílí velké množství genů, každá z běžných genetických variant má pouze malý vliv na výslednou finální výšku. Některé geny řídí růst a apoptózu buněk, kódují

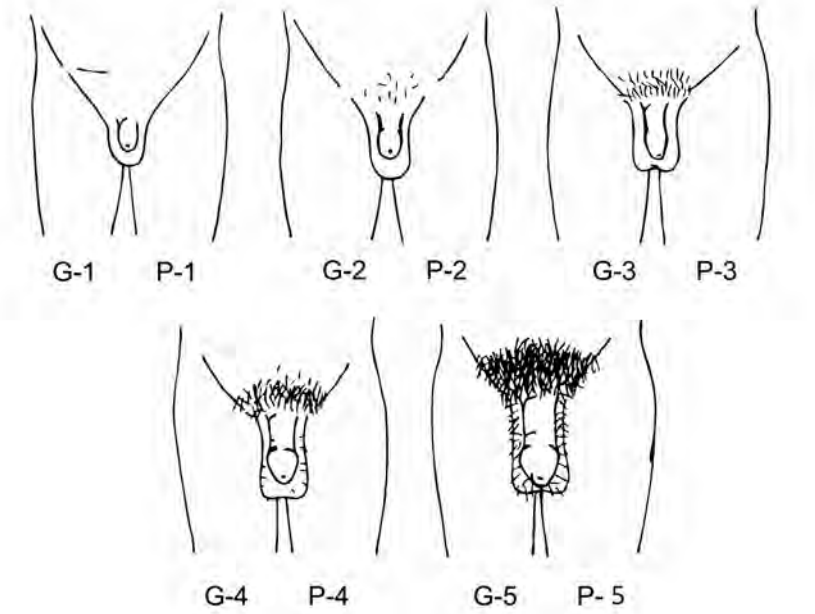



**Obr. 9b.** Vývoj sekundárních pohlavních znaků –podle Tannera (**35, 36**). P1 – bez ochlupení P2 ojedinělé chlupy na hrmě a labiích P3 ochlupení v tenkém klínovitém trojúhelníku na hrmě P4 Ochlupení pokrývá celou hrmu bez laterálních úhlů P5 Chlupy pokrývají celou hrmu, kraniálně končí ostrou hranicí, laterálně pokrývají velké stydké pysky a přesahují na horní část vnitřní plochy stehen

proteiny osy růstový hormon (GH)-IGF-1, různé transkripční faktory, lokální růstové faktory a jejich receptory,signální dráhy a v neposlední řadě komponenty mezibuněčné hmoty chrupavky a kosti (**30**). Jak jsme ukázali výše, dědičný růstový potenciál odhadujeme výpočtem z výšky biologických rodičů, přičemž vycházíme z poznatků o rozdílu dospělé výšky u mužů a žen – 13 cm (**7**).

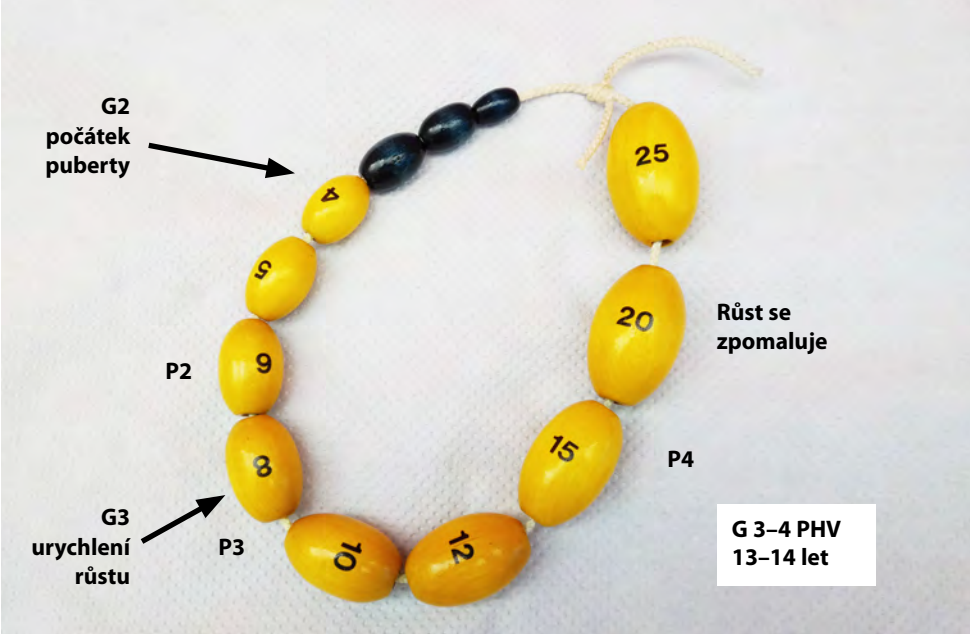
Dědičný růstový potenciál určuje určité rozmezí (kanál), v němž dítě roste a organismus jeví tendenci navrátit se do této dráhy, pokud je z ní nemocí či podvýživou odkloněn. Tento jev nazýváme také „kanalizací" růstu (**4**).

V praxi velmi často vidíme, že se dítě, které se narodilo velmi malé (např. z důvodu špatné funkce placenty), ale má rodiče normální výšky, zpravidla do 3 let v růstu urychluje, dokud nedosáhne výšky přiměřené dědičné dispozici. Tento jev se nazývá **catch-up** růstem. Naopak dítě s vyšší porodní hmotností a délkou (např. dítě matky s těhotenským diabetem), ale s nižším dědičným růstovým potenciálem, poroste pomaleji (**lag-down** růst). Podobně vidíme catch-up růst u dětí s chronickým onemocněním po nasazení léčby.




**Obr. 9c.** Vývoj sekundárních pohlavních znaků – podle Tannera (**35, 36**). Sexuální maturace chlapců – stadia vývoje genitálu (G) a pubického ochlupení (P) G1 – prepubertální G2 – zvětšení testikulárního objemu na 4 ml P2 ojedinělé chlupy na šourku a při kořeni penisu G3 -zvětšuje se šourek, penis se zvětšuje především do délky P3 – ochlupení na šourku a při kořeni penisu G4 – zvětšuje se testikulární objem, penis zejména do šířky, vytváří se žalud, pigmentace P4 – ochlupení obdobné dospělému, jenom menšího rozsahu G5 – genitál dospělého typu P5 – ochlupení dosahuje k pupku

## Průběh puberty, testikulární objem a růst u chlapců




**Obr. 10.** Sexuální maturace chlapců. Vývoj genitálu a ochlupení, zvětšování testikulárního objemu (měřeno orchidometrem), růstová rychlost. První známkou puberty u chlapců je zvětšení testikulárního objemu na 4 ml. V té době je rychlost růstu nízká, urychluje se až při testikulárním objemu kolem 7–8 ml a vrcholí mezi 12–20 ml.

Pacienti s **kostními dysplaziemi** v dětském věku rostou zpravidla pomaleji než zdraví jedinci, ale rozdíly v růstové rychlosti nejsou tak markantní jako v pubertě.

### 3.4 Růst v pubertě

**Komponenta P** prezentuje fázi přídatného růstu indukovaného pubertou (**9**), která se **podílí na finální výšce** asi 8,5 % u chlapců, 6,5 % u dívek. Na celkovém růstu v pubertě se tedy podílí jak komponenta C, tak komponenta P, zodpovědná za urychlení růstu. Celkový nárůst během pubertálního spurtu činí u chlapců 30–35 cm, u dívek 25–30 cm (**4**). Pacienti s kostními dysplaziemi zpravidla nedosahují tohoto urychlení, a tak se rozdíl mezi těmito jedinci a normální populací v pubertě zvýrazní.

K růstovému hormonu se přidávají i pohlavní steroidy. Klíčovou roli zde (i u chlapců) hrají estrogeny. Při mírných koncentracích výrazně stimulují růst, při vyšších koncentracích však již ovlivňují růst

negativně a přispívají k zániku růstových zón – k vyčerpání růstového potenciálu ploténky, k urychlení její maturace a osifikace (**31, 32**).

K určení stupně kostní zralosti, která umožňuje predikci zbývajícího růstu, používáme rentgenový snímek ruky. Hovoříme o tzv. **kostním věku**, který je nejpřesnějším ukazatelem biologického věku (**33, 34**).

Pro **hodnocení sexuální maturace** užíváme Tannerovu škálu (**35, 36**), **obr. 9a–c**. U chlapců stupeň sexuální maturace a biologický věk se značnou přesností stanovíme podle testikulárního objemu, který měříme Praderovým orchidometrem (**obr. 10**). Většinou rozvoj genitálu a ochlupení probíhá zhruba souběžně, rozdíl jednoho stupně bývá ale poměrně častý. V počátku puberty je značná variabilita. Navíc v průběhu posledního století dochází v rámci sekulárního trendu k posunu do nižšího věku. Je to patrné i v posledních desetiletích. Standardy průběhu puberty stanovené na základě výzkumů zakladatelů auxologie a dosud tradované ve většině učebnic (**35, 36**), kterým odpovídala i data Bouchalové (**37**), jsou postupně nahrazovány novými, aktuálními (**38, 39, 40, 41, 4**).

### 3.4.1 Puberta a růst v pubertě u dívek

U dívek se **prvé známky puberty** objevují nejčastěji mezi **10. a 11.** rokem (starší longitudální studie uvádějí 11 let), fyziologické rozmezí je mezi 8.–13. rokem. Nejčastěji to bývá vývoj prsů, který přímo souvisí s tvorbou estrogenů (**42**). Začátek vývoje pubického ochlupení(které souvisí s adrenarche) přichází obvykle o 6 měsíců později, i když to není pravidlem. U dívek se ihned po objevení prvních známek puberty **zvyšuje růstová rychlost**. V době nejvyšší růstové rychlosti (v průměru mezi 11.–12. rokem) (**12**) vývoj sekundárních pohlavních znaků dosahuje zpravidla stupně M3, P3. Růstová rychlost při **vrcholu růstového výšvihu** je u dívek v průměru 9 cm/rok. **Menarché** přichází u našich dívek podle posledního celonárodního výzkumu z roku 2001 v průměrném věku 13 roků, obvykle za 2,3 $\pm$ 1 rok po začátku vývoje prsů a zhruba 1 rok po dosažení maximální růstové rychlosti. V té době již začíná postupně docházet k fyziologickému zániku růstových plotének, nejprve na dlouhých a krátkých kostech, později na páteři. V době menarche dívka zpravidla dosahuje 95 % finální výšky. Vývoj sekundárních pohlavních znaků je v té době ve stadiu M4, P4 nebo P3. Věk menarche je významně ovlivňován socioekonomickými faktory, naznačen je i severojižní gradient (např. v USA byl střední věk menarche 12,3 roků) (**43**). **Zhruba 3 roky po vrcholu růstového spurtu se výška blíží finální.**

### 3.4.2 Puberta u chlapců

U chlapců začíná puberta zvětšením objemu varlat. Zatímco v dětství se udržuje na hodnotách 1–2 ml, těsně před pubertou se zvětší na 3 ml a za nástup puberty se považuje hodnota 4 ml (podélná osa 2,5 cm), což bývá ve věku mezi **11.** a **12.** rokem, tedy o rok později než u dívek (rozmezí 9–15 roků). Pubické ochlupení se u chlapců objevuje krátce po 12. roce života. Růstový spurt však u chlapců nastupuje ve srovnání s dívkami zhruba o rok později od prvních známek puberty. V té době testikulární objem dosahuje 7–10 ml. Nejvyšších hodnot růstová rychlost dosahuje mezi stadiem G3 a G4, což je podle posledních výzkumů mezi 13. a 14. rokem, růstová rychlost činí 10 cm/rok. Křivka

růstové rychlosti je tedy **proti děvčatům posunuta o 2 roky**. K první ejakulaci dochází v průměru ve 13,4 letech (**44**), ale různá vývojová stadia spermií lze nalézt v moči chlapců již dříve, různé prameny udávají věk spermarché 11–15 roků (**42**). K mutaci hlasu dochází okolo 14. roku (**45**), vousy začínají obvykle růst po 15. roce. Také dosažení hlubšího hlasu, podobně jako menarche, signalizuje postupné zpomalování růstu a fyziologický zánik růstových plotének. Podobně jako u dívek **zhruba 3 roky po vrcholu růstového spurtu se již výška blíží finální**. Zbytkový růst po 16. roce se týká především trupu, rozvíjí se muskulatura. U dospělého muže by měl testikulární objem dosahovat 17–30 ml, podélná osa by měla měřit minimálně 4 cm.

### 3.4.3 Rozdíly mezi chlapci a dívkami

Shrneme nyní rozdíly v růstu a průběhu puberty u dívek a chlapců.

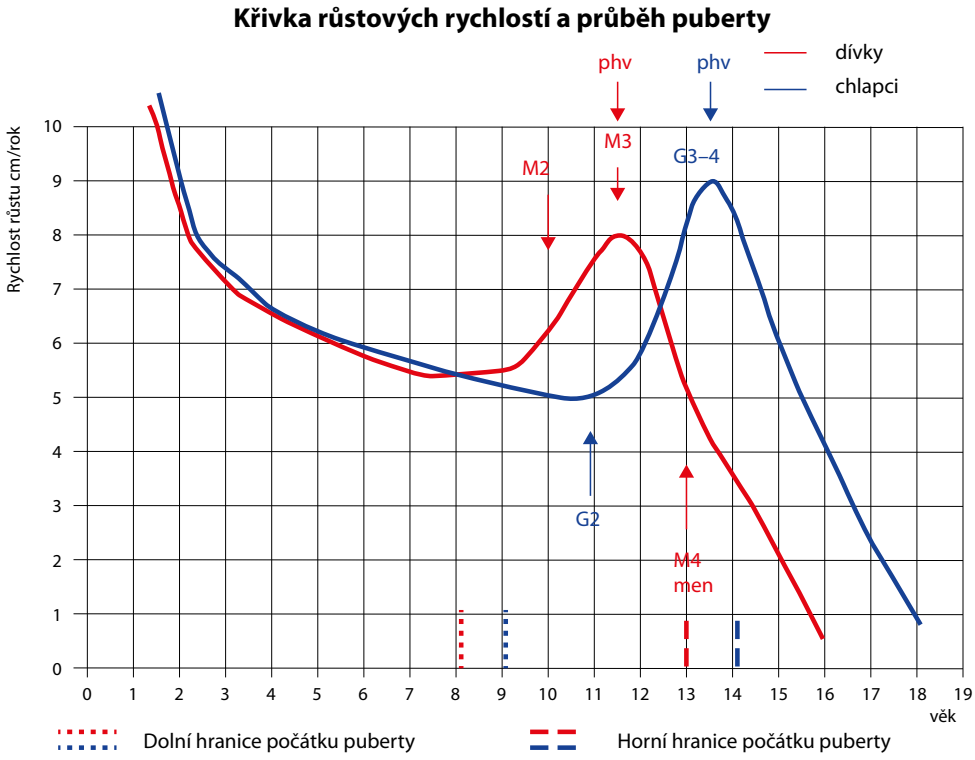
Porodní hmotnost a délka chlapců je poněkud vyšší, uvažuje se o vlivu testosteronu. Během dětství se tělesná výška ani růstová rychlost mezi pohlavími výrazně neliší. Dívky přicházejí do puberty dříve, růstový spurt se objevuje ihned při prvních známkách puberty a často navazuje na předpubertální růstové urychlení bez nápadného zpomalení. V této době dívky nakrátko přerůstají chlapce. Během růstového spurtu však rostou poněkud pomaleji a růst dříve končí. Je ukončen v průměru kolem 15. roku. U chlapců se známky puberty objevují zhruba o rok později než u dívek, ale zpočátku nejsou provázeny růstovým urychlením. Naopak pokles růstové rychlosti před pubertálním spurtem je u chlapců nápadnější (v některých případech se může snížit až na 3–3,5 cm/rok). Růstová akcelerace začíná o 2 roky později než u děvčat, což znamená, že chlapci mají k dobru 2 roky prepubertálního růstu (C komponenty). Během pubertálního spurtu je růstová rychlost vyšší než u dívek. Růst je ukončen kolem 17. roku. V ČR v roce 2001 dosahovali chlapci v 18 letech v průměru 180 cm, dívky 167 cm (**5**). Konečný **rozdíl výšky mezi muži a ženami je 13 cm**. Vztah jednotlivých stadií puberty a růstu u dívek a chlapců schematicky znázorňuje **obr. 11**.

### 3.4.4 Proporcionalita v pubertě

Říká se, že člověk během růstu vyroste nejdříve z bot, potom z kalhot a nakonec ze saka. Je to dobrý postřeh. V prvé fázi puberty – u dívek kolem 10. roku, u chlapců o dva roky později – se urychluje především růst končetin. O dětech na začátku puberty se říká, že jsou „samá noha, samá ruka“. V době růstového spurtu rostou dolní končetiny rychlostí kolem 4 cm za rok. Růst trupu dosahuje nejvyšší rychlosti později, u dívek ve 12 letech u chlapců o 2 roky později (**12**). Zatímco dlouhé kosti končí růst u dívek kolem 14 let, u chlapců okolo 16 let (poslední rok před ukončením je nárůst velmi malý, 1–1,5 cm), růst trupu doznívá pomaleji. Celkově je růst zhruba ukončen u dívek po 15. a u chlapců po 17. roce. Někdy se po zdánlivém ukončení růstu při téměř dospělé osifikaci ruky objeví ještě jedna růstová vlna asi 1–3 cm, kdy se jedná o růst páteře (**33**). Končetiny jsou tedy u kojence a batolete relativně krátké, pak se jejich poměr k tělesné výšce zvyšuje a dosahuje vrcholu v první fázi puberty (u dívek kolem 11 let), ale do ukončení růstu se tento poměr poněkud sníží.

### 3.4.5 Variabilita v průběhu puberty

Doba nástupu a ukončení puberty se individuálně značně liší. To je třeba znát jak při plánování operačních výkonů, tak v ortopedické protetice. Na regulaci nástupu puberty se podílí celá řada činitelů. Kromě genetických faktorů zde důležitou roli hraje stav výživy. Fyziologické rozmezí se zpravidla pohybuje +/- 2 roky kolem středních hodnot. U dívek tedy nyní bývá růst ukončen v průměru v 15 letech, ale ve výjimečných případech tak může být již ve 13 nebo až v 17 letech, u chlapců v 15–19 letech. Proto je důležité znát biologický věk pacienta. K tomu nám pomáhá (kromě sekundárních pohlavních znaků) především kostní věk. Ten hodnotíme zpravidla z rentgenogramu ruky, kde si všímáme především počtu a tvarů epifýz radia, ulny, metakarpů a falang (**46**). V ortopedii je




**Obr. 11.** Křivka růstových rychlostí a průběh puberty Schéma ukazuje synchronizaci vývoje sekundárních pohlavních znaků a růstové rychlosti v pubertě. Červená křivka představuje dívky, modrá chlapce. Tečkovaná čára – dolní hranice počátku puberty, Čárkovaná čára – horní hranice počátku puberty. M2 – počátek vývoje prsů. M3 – pokračující vývoj prsní žlázy M4 pokračující vývoj prsů spojený zpravidla s menarche. Men – menarche. G2 počátek puberty u chlapců, testikulární objem 4 ml G3–4 – pokračující vývoj genitálu (viz **obr. 5**) PHV – peak height velocity, vrchol růstového spurtu. Podle **4, 12, 33, 38, 39, 40, 52**.

nejčastěji používán atlas Greulicha a Pylové (GP) z roku 1959 (**34**), který nabízí srovnávací referenční tabule pro věk a pohlaví. Podrobnější, objektivnější, ale časově náročnější bodové hodnocení přinesla skupina auxologů z týmu J. Tannera. Poslední verze z roku 2001 odpovídá současné evropské populaci (**33**) a je v souladu i s metodou GP (**47**). Tato metoda je oblíbena především mezi endokrinology. V současné době je běžně dostupný atlas Gilsanze a Ratiba z roku 2005 (**48**), který podle našich zkušenosti dává orientačně obdobné výsledky.

Pokud puberta začíná brzy, dosahuje růstová rychlost během puberty vyšší rychlosti. Podíváme-li se na růstovou křivku takového dítěte, zpravidla zjistíme, že již v předpubertálním období rostlo poněkud rychleji a bylo vyšší. Tuto variantu růstu nazýváme **konstitučním urychlením**. Obvykle se časnější puberta najde i v rodinné anamnéze, jedná se tedy o urychlení geneticky naprogramované. Opakem je **konstituční opoždění**, kdy puberta nastupuje později a kdy již před pubertou se růst oproti vrstevníkům výrazně zpomaluje. Takový jedinec roste déle, ale růstová rychlost před pubertou i během růstového spurtu je nižší. Jedinci s oběma krajními variantami mohou dosáhnout stejné finální výšky. Variabilitu v průběhu puberty, v nástupu pubertálního spurtu a v ukončení růstu musíme respektovat při plánování operací i při ortotické a protetické léčbě.

Dřívější nástup pohlavní zralosti člověka je jedním z úkazů procesu sekulární akcelerace. K sekulárnímu trendu patří zvyšování růstové rychlosti v předpubertálním období, časnější nástup puberty a růstové akcelerace a vyšší finální výška. Hlavní příčina se spatřuje ve zlepšení stavu výživy a hygieny, očkování, ale uvažuje se i o civilizačních faktorech, endokrinních disruptorech, způsobu života a pod. (**42, 49, 14**) Za posledních 150 let se doba ukončení růstu i věk menarché snížily zhruba o 3,5 roku (**50**). V posledních desetiletích již věk menarche více méně stagnuje. Snižuje se ale věk růstového spurtu, urychluje se kostní zrání a objevují se zprávy, že se dále snižuje i věk prvních známek puberty. Při hodnocení sexuální maturace a růstu našich pacientů dáváme proto přednost srovnání s recentními referenčními údaji po roce 2000 (**38, 39, 41**). Povrchní povědomí o těchto sekulárních změnách by mohlo vést k podcenění problematiky předčasné puberty a zanedbání závažných patologických stavů. Pokud se tedy při vyšetření chlapce setkáme se známkami puberty před 9. rokem a dívek s pubertou začínající před 8. rokem, je vhodné doporučit jim endokrinologické vyšetření. Obecně lze říci, že u **dívek se častěji vyskytuje idiopatická předčasná puberta** (bez zjištění patologické příčiny), u chlapců zase opoždění puberty.

# 4. PREDIKCE

Jestliže umíme změřit pacienta a známe růstové vzorce, můžeme se pokusit predikovat další růst. Tyto predikce nemohou být nikdy na 100 % přesné a spolehlivé, vždy vycházejí z předpokladu, že se náš pacient bude chovat podobně jako průměrný příslušník své populace. Pokud chceme dosáhnout přesnějších výsledků, musíme zejména v období puberty do predikce zahrnout kromě věku další proměnné, a to především kostní věk, případně sexuální maturaci. Auxologické poznatky můžeme aplikovat různými způsoby. Mezi jednodušší patří metody grafické, kdy porovnáváme rozměry pacienta s růstovými křivkami referenčních souborů (percentilové grafy tělesné výšky, tzv. straight line grafy délky dlouhých kostí (**51**), grafy zbývajícího růstu z jednotlivých fýz dlouhých kostí

| Predikce podle Bayley-Pinneau | | | | Predikovaná výška = současná výška/koeficient | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | dívky | | | chlapci | | |
| Kostní věk | opožděný | norm. | urychlený | opožděný | norm | urychlený |
| 6-0 | 0,733 | 0,720 | | 0,680 | | |
| 6-3 | 0,742 | 0,729 | | 0,690 | | |
| 6-6 | 0,751 | 0,738 | | 0,700 | | |
| 6-9 | 0,763 | 0,751 | | 0,709 | | |
| 7-0 | 0,770 | 0,757 | 0,712 | 0,718 | 0,695 | 0,670 |
| 7-3 | 0,779 | 0,765 | 0,722 | 0,728 | 0,702 | 0,676 |
| 7-6 | 0,788 | 0,772 | 0,732 | 0,738 | 0,709 | 0,683 |
| 7-9 | 0,797 | 0,782 | 0,742 | 0,747 | 0,716 | 0,689 |
| 8-0 | 0,804 | 0,790 | 0,750 | 0,756 | 0,723 | 0,696 |
| 8-3 | 0,813 | 0,801 | 0,760 | 0,765 | 0,731 | 0,703 |
| 8-6 | 0,823 | 0,810 | 0,771 | 0,773 | 0,739 | 0,709 |
| 8-9 | 0,836 | 0,821 | 0,784 | 0,779 | 0,746 | 0,715 |
| 9-0 | 0,841 | 0,827 | 0,790 | 0,786 | 0,752 | 0,720 |
| 9-3 | 0,851 | 0,836 | 0,800 | 0,794 | 0,761 | 0,728 |
| 9-6 | 0,858 | 0,844 | 0,809 | 0,800 | 0,769 | 0,734 |
| 9-9 | 0,866 | 0,853 | 0,819 | 0,807 | 0,777 | 0,741 |
| 10-0 | 0,874 | 0,862 | 0,828 | 0,812 | 0,784 | 0,747 |
| 10-3 | 0,884 | 0,874 | 0,841 | 0,816 | 0,791 | 0,753 |
| 10-6 | 0,896 | 0,884 | 0,856 | 0,819 | 0,795 | 0,758 |
| 10-9 | 0,907 | 0,896 | 0,870 | 0,821 | 0,800 | 0,763 |
| 11-0 | 0,918 | 0,906 | 0,883 | 0,823 | 0,804 | 0,767 |
| 11-3 | 0,922 | 0,910 | 0,887 | 0,827 | 0,812 | 0,776 |
| 11-6 | 0,926 | 0,914 | 0,891 | 0,832 | 0,818 | 0,786 |
| 11-9 | 0,929 | 0,918 | 0,897 | 0,839 | 0,827 | 0,800 |
| 12-0 | 0,932 | 0,922 | 0,901 | 0,845 | 0,834 | 0,809 |
| 12-3 | 0,942 | 0,932 | 0,913 | 0,852 | 0,843 | 0,818 |
| 12-6 | 0,949 | 0,941 | 0,924 | 0,859 | 0,853 | 0,828 |
| 12-9 | 0,957 | 0,950 | 0,935 | 0,868 | 0,863 | 0,839 |
| 13-0 | 0,964 | 0,958 | 0,945 | 0,880 | 0,876 | 0,850 |
| 13-3 | 0,971 | 0,967 | 0,953 | | 0,890 | 0,863 |
| 13-6 | 0,977 | 0,974 | 0,963 | | 0,902 | 0,875 |
| 13-9 | 0,981 | 0,978 | 0,968 | | 0,914 | 0,890 |
| 14-0 | 0,983 | 0,980 | 0,972 | | 0,927 | 0,905 |
| 14-3 | 0,986 | 0,983 | 0,977 | | 0,938 | 0,918 |
| 14-6 | 0,989 | 0,986 | 0,980 | | 0,948 | 0,930 |
| 14-9 | 0,992 | 0,988 | 0,983 | | 0,958 | 0,943 |
| 15-0 | 0,994 | 0,990 | 0,986 | | 0,968 | 0,958 |
| 15-3 | 0,995 | 0,991 | 0,988 | | 0,973 | 0,967 |
| 15-6 | 0,996 | 0,993 | 0,992 | | 0,976 | 0,971 |
| 15-9 | 0,997 | 0,994 | 0,992 | | 0,980 | 0,976 |
| 16-0 | 0,998 | 0,996 | 0,993 | | 0,982 | 0,980 |
| 16-3 | 0,999 | 0,996 | 0,994 | | 0,985 | 0,983 |
| 16-6 | 0,999 | 0,997 | 0,995 | | 0,987 | 0,985 |
| 16-9 | 0,9995 | 0,998 | 0,997 | | 0,989 | 0,988 |
| 17-0 | 1 | 0,9995 | 0,9995 | | 0,991 | 0,990 |
| 17-3 | | | | | 0,993 | |
| 17-6 | | | | | 0,994 | |
| 17-9 | | | | | 0,995 | |
| 18-0 | | | | | 0,996 | |
| 18-3 | | | | | 0,998 | |
| 18-6 | | | | | 1,000 | |

**Tab. 3.** Predikce finální výšky podle Bailey-Pinneau (**58, 4**).

(**52**).) Tyto metody jsou názorné, ale v některých případech méně přesné. Pro svou jednoduchost jsou oblíbené metody vycházející z poznatků, že v určitém věku dosahuje pacient určitého procenta své finální výšky, případně že v určitém věku ještě povyroste o určitý násobek své současné výšky – multiplier metody (**53–57**) Bez korekce na kostní věk však mohou být díky sekulárnímu trendu predikce v období puberty zkreslené. Další možností jsou výpočty podle regresních rovnic, jako je např. predikce finální výšky podle Tannera a Whitehouse (**33**).

## 4.1 Predikce dospělé výšky

Nejjednodušší predikce finální výšky vychází z předpokladu **kanalizovaného růstu**. Použijeme k ní percentilový graf a předpokládáme, že pacient významně nezmění své místo v percentilové síti. To platí pro většinu zdravých dětí zhruba od 3 let do počátku puberty. Výjimkou jsou výše zmíněné varianty normy – konstituční urychlení a opoždění. Na ty nás upozorní většinou rozdíl od dědičného růstového potenciálu. Jakmile se však blížíme k pubertě, v závislosti na rozdílném biologickém věku se některé děti již urychlují, jiné ještě růstový spurt nemají. Proto prostou predikci vycházející pouze z kalendářního věku a aktuální výšky již nelze použít. Je třeba provést korekci na biologický věk. Orientačně to lze provést pomocí sexuální maturace. Častěji zpřesňujeme predikci finální výšky pomocí kostního věku. V percentilovém grafu vyznačíme kostní věk a výšku pacienta. Předpokládáme pak, že finální výška bude ve stejném percentilovém pásmu. Tato grafická metoda však může dávat značně nepřesné až zavádějící výsledky zejména v mladším, předškolním věku. Přesnější jsou predikce pomocí regresních rovnic na podkladě studií dlouhodobě sledovaných zdravých jedinců, např. predikce podle Tannera a Whitehouse (**33**). Ta využívá aktuální výšku, kalendářní a kostní věk (resp. skóre kostní zralosti). Je totiž známo, že při stejném kostním věku zpravidla více vyroste ten, kdo je kalendářně mladší. To respektuje i velmi často užívaná metoda Bayley-Pinneau, vycházející z procent dosažené finální výšky, ale zohledňující i kostní věk (**58, 4**) **tabulka 3**.

Tannerova metoda dává spolehlivé výsledky zpravidla tam, kde výška pacienta je v normě a v souladu s výškou rodičů a dosavadní růstová dynamika nevykazuje hrubé odchylky od normy (např. stagnaci). Nejsou ovšem použitelné v případech, kde nemůžeme očekávat normální růstovou dynamiku. Nelze ji použít např. u předčasné puberty, kdy výrazně nadhodnocuje. Naopak pacienty s významným opožděním puberty podhodnocuje. Metoda Bayley-Pinneau je vhodnější tam, kde je růstový potenciál vzhledem ke kostnímu věku redukován (**59, 11**), jako např. u předčasné puberty, primordiálního malého vzrůstu apod. Tyto metody vůbec nelze použít u závažných kostních dysplazií, chromozomálních aberací, velmi opatrní musíme být i při predikci růstu u chronicky nemocných pacientů, dětí po onkologické léčbě nebo u dětí s hormonálními poruchami. U nejčastějších chromozomálních aberací a kostních dysplazií jsou známy tzv. disease specific charts, tedy růstové grafy specifické pro jednotlivé diagnózy (**10**).

## 4.2 Růst končetin a jejich predikce

U pacientů s končetinovými vadami při plánování rekonstrukčních operací potřebujeme znát délku končetiny, délky dlouhých kostí a jak jednotlivé kosti dlouho porostou. Jednou možností je odvození dospělé velikosti jednotlivých tělesných segmentů – páteře, končetin, dlouhých kostí – z pre-

dikované finální tělesné výšky. Tuto cestu jsme zvolili na konci 80. a na počátku 90. let, kdy začala naše spolupráce při plánování léčby dětských ortopedických pacientů. Velkou pomocí nám byla rentgenologická data nashromážděná především do 50. a 60. let (**19, 21**). Využili jsme především rentgenologické tabulky, které obsahují nejen délku dlouhých kostí a jejich variabilitu, ale poměr délky jednotlivých kostí k tělesné výšce (**20**). Z predikované tělesné výšky podle nich můžeme vypočítat i pravděpodobnou finální délku jednotlivých dlouhých kostí s přihlédnutím k individuální proporcionalitě pacienta.

Na podkladě dat Andersonové a spolupracovníků (**52, 19**) Moseley v roce 1977 vytvořil tzv. straight line grafy růstu kostí dolních končetin v závislosti na kostním věku (**51**). V roce 1993 vytvořil Pritchett obdobné grafy pro růst horních končetin (**60**).Využití těchto grafů však vyžadovalo jednak opakovaná RTG vyšetření a jednak použití kvalitnějších RTG přístrojů, které pro nás v 2. polovině 80. let 20. století, kdy jsme začali s predikcemi, nebyly dostupné.

Jinou cestou s obdobnými výsledky je použití násobné metody podle Payleyho (**57**), která výrazně zjednodušuje proces predikce. I on použil longitudinální data Andersonové a spolupracovníků a další výše uvedená dostupná rentgenologická data. Délku femuru a tibie po ukončení skeletální maturace vydělil délkou femuru a tibie v jednotlivých věkových kategoriích, samozřejmě zvlášť pro chlapce a dívky, diferencovaně pro střední hodnoty, -2 SD, -1 SD, +1SD a +2 SD. Pro každý věk a kategorii tak získal koeficient, tzv. multiplier, který udává, kolikrát se daná kost zvětší do dospělosti. Zjistil, že tyto koeficienty – multipliery se neliší u femuru a tibie a rozdíly nebyly zjištěny ani v kategoriích SD skóre **tabulka 4**. Tato univerzálnost výrazně zjednodušuje využití při predikci nestejné délky končetin.

**Obrázek 12** schematicky znázorňuje růst femuru a tibie se zaměřením na aktivitu jednotlivých růstových plotének. Nejprve ztrácejí aktivitu a zanikají distální ploténky tibie a proximální růstové ploténky femurů, které se na pubertálním spurtu již téměř nepodílejí. Pubertální spurt dolních končetin je závislý na aktivitě růstových plotének v oblasti kolenního kloubu, které zanikají později. Proto byly z rentgenologických dat vytvořeny grafy zbývajícího růstu (remaining growth) právě pro distální ploténku femuru a proximální ploténku tibie. Na horních končetinách je tomu naopak – růstové ploténky v oblasti loketního kloubu zanikají dříve. V literatuře existují jen dvě práce, které se zabývají zbývajícím růstem – je to jednak již zmíněná práce Andersonové, Greena a Messnera (**52**) a dále práce J. W. Pritchetta (**60**), které se od sebe liší. Podle našich zkušeností růstu současných českých dětí odpovídají grafy Andersonové a Greena (**52**).

Znalosti zbývajícího růstu v oblasti kolenního kloubu (**obr. 13**) využíváme od poloviny 90. let 20. století k tzv. řízenému růstu, a to k vyrovnání nestejné délky končetin pomocí úplné epifyzeodézy (dočasné nebo trvalé) na delší končetině, nebo ke korekci tibiofemorálního úhlu hemi-epifyzeodézou (dočasnou či trvalou) na zevní nebo vnitřní straně kolenního kloubu (**61, 62, 63**).

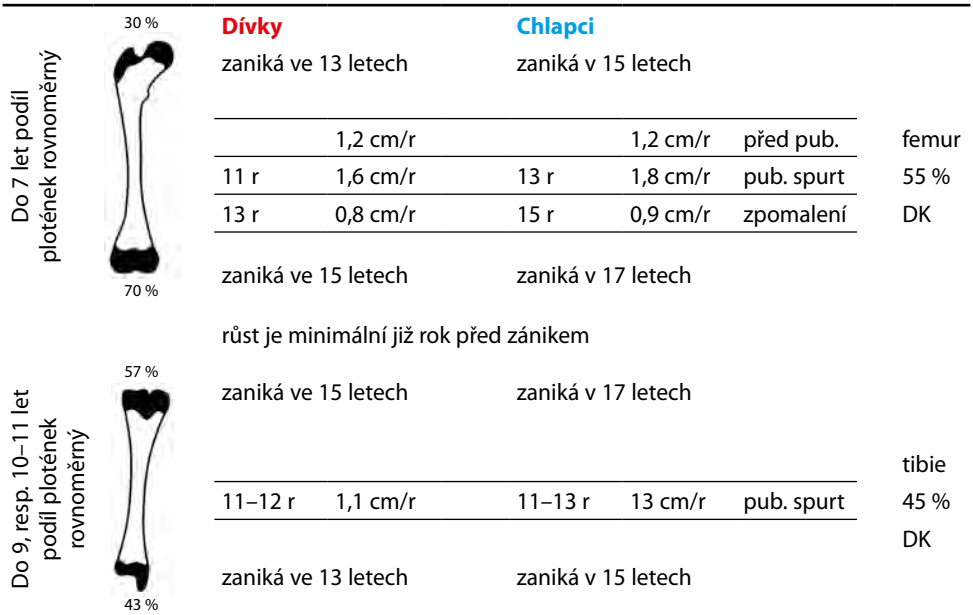
| Multiplier pro dolní končetiny | | |
|---|---|---|
| **věk** | **multiplier** | |
| **rok + měs.** | **chlapci** | **dívky** |
| narození | 5,080 | 4,630 |
| 0+3 | 4,550 | 4,155 |
| 0+6 | 4,050 | 3,725 |
| 0+9 | 3,600 | 3,300 |
| 1+0 | 3,240 | 2,970 |
| 1+3 | 2,975 | 2,750 |
| 1+6 | 2,825 | 2,600 |
| 1+9 | 2,700 | 2,490 |
| 2+0 | 2,590 | 2,390 |
| 2+3 | 2,480 | 2,295 |
| 2+6 | 2,385 | 2,200 |
| 2+9 | 2,300 | 2,125 |
| 3+1 | 2,230 | 2,050 |
| 3+6 | 2,110 | 1,920 |
| 4+0 | 2,000 | 1,830 |
| 4+6 | 1,890 | 1,740 |
| 5+0 | 1,820 | 1,660 |
| 5+6 | 1,740 | 1,580 |
| 6+0 | 1,670 | 1,510 |
| 6+6 | 1,620 | 1,460 |
| 7+0 | 1,570 | 1,430 |
| 7+6 | 1,520 | 1,370 |
| 8+0 | 1,470 | 1,330 |
| 8+6 | 1,420 | 1,290 |
| 9+0 | 1,380 | 1,260 |
| 9+6 | 1,340 | 1,220 |
| 10+0 | 1,310 | 1,190 |
| 10+6 | 1,280 | 1,160 |
| 11+0 | 1,240 | 1,130 |
| 11+6 | 1,220 | 1,100 |
| 12+0 | 1,180 | 1,070 |
| 12+6 | 1,160 | 1,050 |
| 13+0 | 1,130 | 1,030 |
| 13+6 | 1,100 | 1,010 |
| 14+0 | 1,080 | 1,000 |
| 14+6 | 1,060 | |
| 15+0 | 1,040 | |
| 15+6 | 1,020 | |
| 16+0 | 1,010 | |
| 16+6 | 1,010 | |
| 17+0 | 1,000 | |

**Tab. 4.** Multiplier pro délku dolních končetin -podle Paley 2000 (**57**). Lze použít pro femur i tibii i celou dolní končetinu a pro výpočet zkratu dolní končetiny.

### 4.2.1 Predikce nestejné délky končetin

Predikce růstu jednotlivých segmentů nás zajímá nejčastěji v případě zkratů či přerůstů končetin. Vycházíme z práce F. Shapira (**64**), který analyzoval vývojové vzorce nestejné délky dolní končetiny u řady diagnóz a rozdělil je do pěti základních typů. Většina vrozených vad, dysostóz (PFFD, fibulární hemimelie, vrozeně krátký femur), velmi často i hemihyperplazie/trofie patří k **prvnímu typu**. Pro něj je charakteristické, že zkrat se zvětšuje po celé růstové období rovnoměrně, poměr postiženého a nepostiženého kontralaterálního segmentu zůstává konstantní.

U **druhého typu** se ke konci růstu progrese zkratu zpomaluje, což vídáme v některých případech u hemihypertrofie nebo vad, kde se postižení týká růstové ploténky, která dříve zaniká (např. Perthesova choroba). U **třetího typu** se přerůst po určitou dobu rovnoměrně zvětšuje, ale od určitého okamžiku se rozdíl v délce končetin již nemění. To se stává tam, kde přerůst je způsoben zevními vlivy (např. úrazem, revmatoidní artritidou). Když hyperémie stimulující růst pomine, k dalšímu zvětšování přerůstu již nedochází. Shapiro popisuje i čtvrtý typ, kdy před ukončením růstu končetin dojde po období stagnace ještě k určitému zvětšení zkratu zhruba o 1 cm. Jedná se o poškození v oblasti proximální epifýzy femuru. **Pátý typ** představuje spontánní vyrovnání, kdy při stimulaci růstu může dojít k dočasnému přerůstu a časnějšímu ukončení růstu na postižené straně. S tím



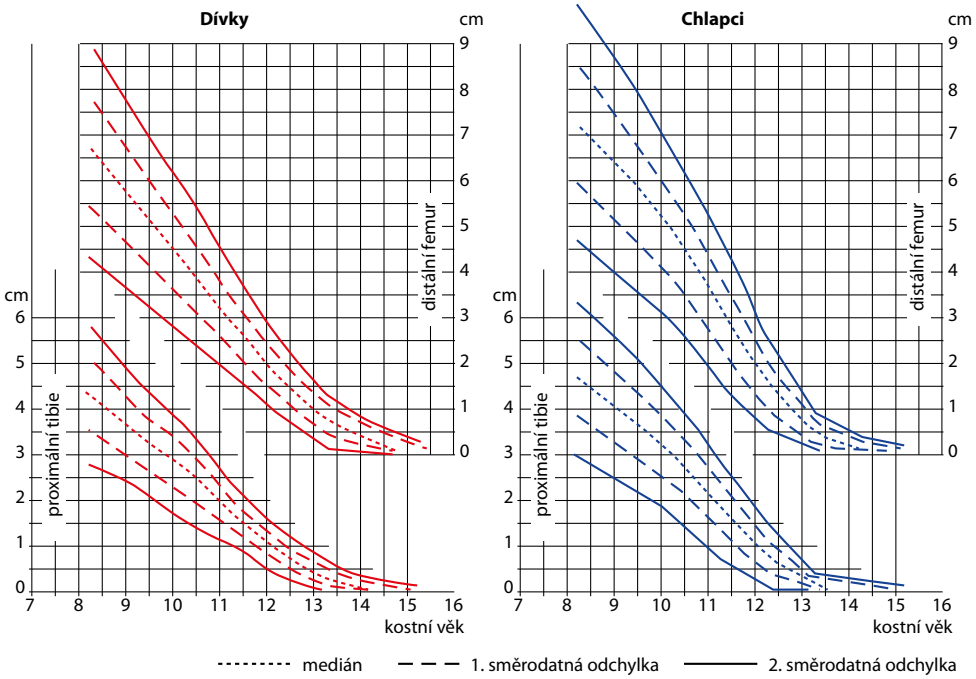

**Obr. 12.** Růst femuru a tibie s přihlédnutím k aktivitě jednotlivých růstových plotének. Podle **60, 19, 20, 52**.

se nejčastěji setkáváme u malých zkratů při juvenilní revmatoidní monoartritidě či oligoartritidě s postižením kolenního kloubu (**65**).

Našim prvním úkolem na konci 80. a na počátku 90. let bylo vypracovat predikční metodu pro pacienty se zkraty při vrozených končetinových longitudinálních vadách (např. fibulární hemimelie, vrozený krátký femur, proximální femorální fokální defekt nebo částečná tibiální aplazie). Postupovali jsme obdobným způsobem, jaký uváděl Amstutz (**66**).

Nejprve predikujeme **délku zdravé končetiny**, která má normální růstovou dynamiku, odpovídající zdravým jedincům. Z predikované tělesné výšky odvodíme délku jednotlivých segmentů podle rentgenologických tabulek. Zde najdeme jak absolutní délku dlouhých kostí z telerentgenogramu vzhledem k věku, tak i jejich poměr k tělesné výšce v daném věku a jejich variabilitu. V tabulkách pak vyhledáme pravděpodobný poměr daného segmentu k tělesné výšce v dospělosti a vypočteme délku daného segmentu v dospělosti (**67, 68, 65, 62**). Při predikci délky **postižené končetiny** vycházíme z toho, že poměr postiženého a nepostiženého kontralaterálního segmentu zůstává konstantní, tedy stejný, jaký zjistíme měřením na RTG snímku při prvním vyšetření v dětství.

**Metoda určení zbývajícího růstu podle Greena-Andersonové**




**Obr. 13.** Zbývající růst (remaining growth) z distální fýzy femuru a proximální fýzy tibie (**52**). Na ose x je kostní věk podle Greulicha-Pylové, na ose y je vyznačeno, kolik cm zbývá do ukončení růstu.

Pokud raději používáme grafické metody a máme k dispozici kvalitní rentgenologická data, můžeme využít straight line grafy (**51, 60**).

Payleyho multiplierová metoda (**57**) nabízí výrazné zjednodušení. I touto metodou by teoreticky bylo možno vypočítat finální délku zdravého femuru a tibie a analogicky i délku postiženého segmentu. Ale díky univerzálnosti multiplieru je možné rozdíl v délce dolních končetin v dospělosti vypočítat tak, že **současný rozdíl znásobíme multiplierem pro daný věk**. Např. u 6letého chlapce činí rozdíl 2,5 cm, multiplier je v 6 letech 1,67, zkrat v dospělosti bude 4,2 cm. Tato metoda se velmi rozšířila a dnes má modifikace v době tabulkového kalkulátoru (**69**) a dokonce aplikace pro mobilní telefon (**70**). Multiplierová metoda, stejně jako naše, je vhodná pro výpočet nestejné délky DK u vrozených končetinových vad, tj. u vývojového vzorce zkratu typu I, tj. Upward slope pattern podle Shapiro (**64**).

U získaných poruch růstu kostí dolních končetin je predikce obtížnější. Po zánětu, úrazu, protinádorové léčbě, musíme individuálně vyhodnotit růst, pravděpodobnost a míru poškození jednotlivých růstových zón. S výjimkou následků protinádorové léčby se jedná častěji o menší zkraty typu II–IV podle Shapiro (**64**). V době, kdy zkrat řešíme, jde většinou o typ III – zkrat/přerůst se již nezvětšuje.

Od predikce zkratu se odvíjí plánování léčby (**63**). Zkraty do 2 cm řešíme zpravidla konzervativně, zvýšením obuvi. Pro zkraty 2–4 cm a přerůsty do 6 cm je metodou volby vyrovnání pomocí epifyzeodézy provedené v oblasti kolenního kloubu. V těchto případech nejčastěji používáme ireverzibilní návrtovou epifyzeodézu modifikovanou metodou dle Macnicola (**71**). K správnému načasování používáme grafy zbývajícího růstu (growth remaining charts) podle kostního věku (**52**). Například potřebujeme-li u dívky vyrovnat zkrat 3 cm, zjistíme v grafu, že průměrný zbývající růst 2 cm z distální fýzy femuru a 1 cm z proximální fýzy tibie je při kostním věku 12 let. Poněvadž kostní můstek se vytváří za 2–3 měsíce, je vhodné provést operaci 2–3 měsíce před 12. rokem kostního věku. Žádná predikce však nemůže být zcela přesná. Z grafů je patrné, že existuje značná variabilita. Například při kostním věku 12 let u dívek se jedná o rozmezí 1–2,8 cm na femuru a 0,5–1,5 cm na tibii. K upřesnění můžeme použít poznatky auxologie: jestliže kostní věk odpovídá kalendářnímu, je vhodné užít střední hodnoty. Jestliže je kalendářní věk nižší, bude zbývající růst spíše vyšší, v horní polovině variability a naopak. Jestliže je sexuální maturace urychlenější než kostní zrání, bude zbytkový růst spíše nižší. Pro nepřesnost predikce řada lékařů dává přednost dočasné epifyzeodéze (**72**) (tzv. guided growth pomocí osmičkových dlažek, případně dočasnému zastavení růstu pomocí Blountových svorek). Růst z operované ploténky je dočasně zastaven. Empiricky bylo zjištěno, že je vhodné odstranit svorku přibližně po jednom roce, aby nedošlo k trvalé epifyzeodéze. Indikace k epifyzeodéze vyplývá z výpočtu, kolik růstová fýza přispěje k růstu femuru nebo tibie v roce následujícím po operaci. Po skončení růstu lze řešit zkrat dolní končetiny zkracovací korekční osteotomií na femuru nebo tibii (např. zkrat u jednostranného m. Perthes lze korigovat zkrácením nepostiženého femuru).

U zkratů 4–20 cm je metodou volby prodlužování podle Ilizarova. Indikace k této rekonstrukční metodě zatížené překážkami a komplikacemi je přísně individuální. U větších zkratů (10 cm a více) kombinujeme s epifyzeodézou v oblasti kolena na zdravé dolní končetině.

U zkratů s predikcí nad 15–20 cm je primárně vhodné chirurgické řešení(individuální zvážení amputace na DK) nebo ortotickoprotetické vybavení (**73**).

## 4.3 Růst páteře a jeho predikce

Znalost normálního růstu páteře, jednotlivých obratlů a jejich predikce je velmi důležitá pro plánování léčby deformit páteře, zejména skoliózy. Jedná se však o složitější problematiku než u dlouhých kostí. Páteř člověka sestává z 33–34 obratlů a její růst je výsledkem souhry aktivity více než 130 růstových plotének. Narušení jednoho článku má zpravidla za následek řetězovou poruchu biomechaniky celé páteře (**74**).

Nejčastěji měřený rozměr, který vypovídá o délce páteře, je výška vsedě. Stejně jako u tělesné výšky, během růstu páteře se střídají období pomalejšího a rychlejšího růstu. Nejrychleji roste páteř v prvém roce života, kdy se prodlouží o 12 cm. Od 1 roku do 5 let pak vyroste o 15 cm, dohromady tedy v prvních 5 letech života o 27 cm. Od 5 do 10 let roste pomalu, rychlostí zhruba 2,5 cm za rok. Další období rychlého růstu je v pubertě, během níž se výška vsedě zvýší o 12,5 cm u chlapců a 11,5 cm u dívek (**74**). Recentní semilongitudinální studie českých dětí (**12**) ukazuje, že zhruba do

| Risser + | Osifikace ypsilonové chrupavky | USA klasifikace | Evropská klasifikace |
|---|---|---|---|
| 0 | není | 0 | 0 |
| 0 | osifikována | 0 | 0 |
| 1 (0–25%) | | 1 (0–25%) | 1 - začátek osifikace ventrálně |
| 2 (25%–50%) | | 2 (25%–50%) | 2 – osifikace pokračuje |
| 3 (50%–75%) | | 3 (50%–75%) | |
| 3–4 (75%–100%) | | 3–4 (75%–100%) | 3 - úplná osifikace apofýzy |
| 4 – začátek fúze | | | 4 – začátek fúze dorzálně |
| 5 – úplná fúze | | 5 (100%) | 5 – úplná fúze |

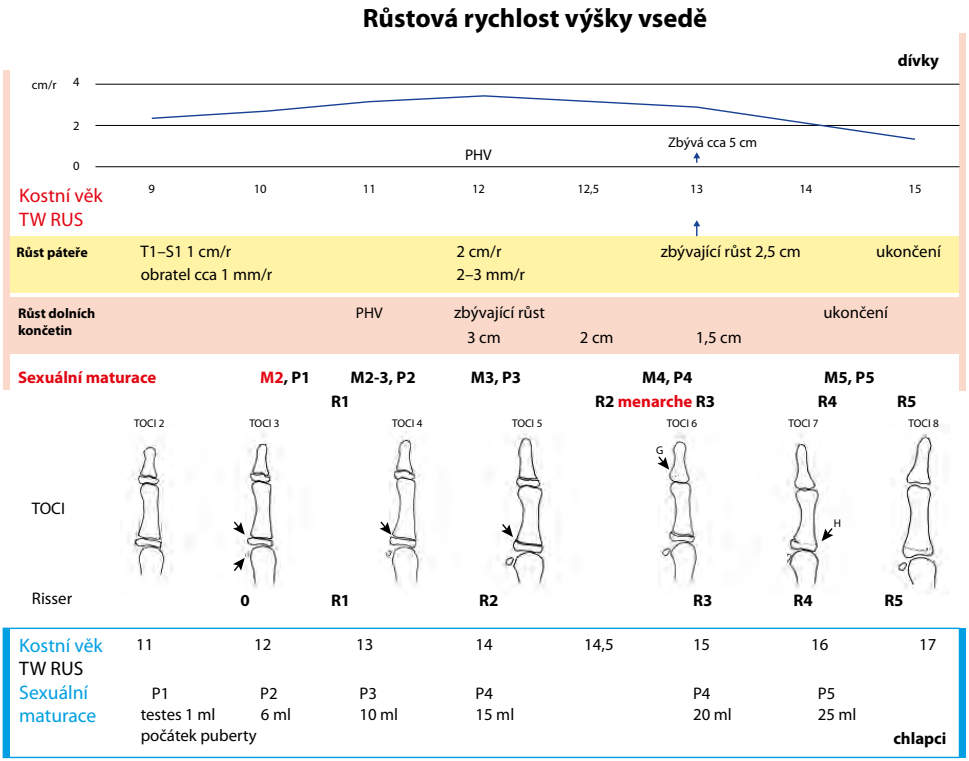
**Obr. 14.** Risserovo znamení (78) doplněno podle Naulta aj. (**79, 80, 81**)

9 roků u dívek a do 10 let u chlapců, se růstová rychlost zpomaluje, poté se začíná pomalu opět zvyšovat. Počátek pubertálního spurtu výšky vsedě u dívek již v 8,7 letech a u chlapců v 9,9 letech, s výraznou akcelerací u dívek po objevení prvních známek puberty (v průměru po 10. roce) a u chlapců zpravidla s počátkem pubického ochlupení a testikulárním objemu 6–7 ml (po 12. roce). Vrchol růstového spurtu výšky vsedě se objevuje zhruba rok po vrcholu růstového spurtu končetin u dívek v průměru v 11,9 letech a u chlapců v 13,9 letech. Je to o rok dříve, než udává Dimeglio (**74**), který vycházel z dat naměřených v letech 1980–90. I v růstu páteře je tedy patrný sekulární trend. V té době je růstová rychlost výšky vsedě u dívek 3,4 cm/rok, u chlapců 4 cm/rok, Dimeglio udává 4,3, resp. 4,8 cm/rok. Po 14. roce u dívek a 16. roce u chlapců se růst výrazně zpomalí a o 1–2 roky později je zcela ukončen.

Výška páteře se podílí na celkové výšce vsedě 60 %, zbývajících 40 % připadá na hlavu a pánev. Z hlediska deformit páteře jsou nejdůležitější hrudní a bederní část. Segment T1–S1 tvoří 50 % výšky vsedě, z toho dvě třetiny připadají na hrudní páteř a jedna třetina na bederní. Tento důležitý segment páteře vyroste během prvních 5 let 10 cm, průměrná rychlost 2 cm za rok (ovšem s nejrychlejším růstem v prvém roce a s postupným zpomalováním). Mezi 5.–10. rokem v období pomalého růstu roste tento segment páteře pouze 1 cm/rok. Jednotlivý obratel vyroste za rok podle různých autorů 0,7–1,1 mm (**75, 76**). Od 10 do 16 let vyroste bederní a hrudní páteř průměrně o 10 cm, tedy zhruba 1,8 cm/rok (**74**). Tento poslední údaj, podobně jako grafy zbývajícího růstu hrudní a bederní páteře (**76, 60**) však těžko můžeme využít při praktických predikcích, poněvadž nehodnotí dívky a chlapce zvlášť, ačkoliv právě v tomto období jsou rozdíly výrazné. Podobně jako u výšky vsedě, je vrchol růstového spurtu úseku T1-S1 páteře u dívek a chlapců v průměrném věku 12, resp. 14 let. Růstová rychlost tohoto úseku páteře je v té době kolem 2 cm za rok. Jednotlivý obratel vyroste v době růstového spurtu o 2–3 mm za rok (**77**). U dívek během puberty hrudní páteř vyroste celkově o 4,5 cm a bederní o 3 cm. Podíl hrudního segmentu páteře na celkovém růstu je větší, poněvadž hrudních obratlů je 12, zatímco bederních pouze 5. Jednotlivé bederní obratle však rostou poněkud více než hrudní (**60, 74, 77**). Celkový nárůst úseku T1–S1 během puberty celkem činí 7,5 cm, což je v souladu s používanými referenčními hodnotami pro růst výšky vsedě (**12, 15**). U chlapců je nárůst během pubertálního spurtu podobný, vyšší finální hodnota je dosažena především díky delšímu období růstu před pubertálním spurtem.

Tyto znalosti jsou důležité pro plánování léčby deformit páteře. Ortopedičtí protetici a dětští ortopedi řeší otázky indikace konzervativní léčby: V jakém věku je vhodná léčba trupovou ortézou? Kdy bude možné využít růst ke korekci deformity páteře? Kdy již funkční adaptaci tvaru obratlů nelze očekávat? Spondylochirurgové a ortopedi, zabývající se operačním léčením deformit páteře u dětí, při plánování operačního léčení potřebují znát predikci zbytkového růstu páteře pro indikace typu operace. Může se jednat o korekci deformity instrumentací a současně spondylodézou (zástavou růstu) různě dlouhého úseku páteře. Neléčená těžká skolióza vede k progresi deformity, zkrácení trupu, malému vzrůstu a často k respirační insuficienci. Stejně tak i předčasná spondylodéza má negativní vliv nejen na proporcionalitu postavy, ale především na růst hrudníku a funkci plic (**74**). Další u dětí stále častěji indikovaným způsobem operace je metoda tzv. „rostoucích tyčí", která nebrání růstu jednotlivých obratlů. Nejčastěji se pro predikci zbývajícího růstu páteře používal vzorec podle Wintera (**75, 60**). Zkrácení páteře (cm) = 0,07 x počet fúzovaných obratlů x počet let zbý-

vajícího růstu páteře. Udaná hodnota 0,07 cm představuje průměrný nárůst jednoho obratle za rok. Je jasné, že se jedná pouze o velmi orientační predikci. Predikce růstu páteře u dětí se skoliózou je stále aktuální. K progresi deformity dochází vždy v období růstového spurtu. Podle výzkumů týmu




**Obr. 15.** Shrnutí poznatků o růstu páteře ve vazbě na sexuální maturaci a kostní zrání – podle **12, 74, 38, 39, 40, 77, 78, 79, 83, 33,12, 85, 86**

Zjednodušené stanovení skeletální maturace: TOCI: Thumb ossification composite index (podle **85**)
**Stadium 1** je prepubertální, epifýza proximální falangy palce je užší než metafýza. **Stadium 2** těsně před pubertou, epifýza proximální falangy palce je větší než metafýza. **Stadium 3** znamená počátek puberty, objevuje se drobná sesamská kůstka palce. **Stadium 4** – epifýza proximální falangy se zvětšuje a začíná mírně (jako čepička) překrývat metafýzu, sesamská kost se zvětšuje. **Stadium 5** epifýzy čepičkovitě překrývají metafýzy. **Stadium 6** – zaniká fýza distálního článku, **Stadium 7** – distální falanga plně osifikována, zaniká fýza proximální falangy. **Stadium 8** – zaniklé růstové chrupavky. K nejvýraznější progresi skoliotického zakřivení dochází v období, kdy epifýzy falang jsou stejně široké nebo širší než metafýzy a postupně začínají čepičkovitě překrývat metafýzu. V té době se uzavírá ypsilonová chrupavka v jamce kyčelního kloubu a posléze začíná osifikace iliakální apofýzy. Vrchol růstového spurtu (PHV) je v okamžiku, kdy epifýzy čepičkovitě překrývají metafýzy (TOCI 5–6), poté nastupuje sestupná fáze růstu páteře, její růst vyznívá pomaleji než růst končetin.

z Petrohradu (**77**) pacienti s idiopatickou skoliózou mívají často akcelerovaný růst páteře. Rychlý růst v pubertě však lze s výhodou využít právě při ortotické léčbě. Klíčová je proto otázka biologického věku. Jak je na tom konkrétní pacient? Bude se ještě skolióza zvýrazňovat nebo už růst páteře končí? Podobně jako u predikce růstu končetin jde o hodnocení skeletální maturace. Zde se ale hodnocení z rentgenogramu ruky příliš neujalo. Jedním z důvodů byla jistě časová náročnost, zejména u Tannerovy metody. Ale je zde i další důvod: páteř končí růst později než končetiny a běžně užívané metody kostního věku jsou ve vyšším věku již méně přesné. Byly tedy hledány jiné, jednoduší metody. Nejznámější z nich je hodnocení podle Risserova znamení, které si přes všechny kritiky udržuje velkou oblibu. Podle Rissera se skeletální maturace hodnotí podle osifikace apofýzy hřebene kosti kyčelní – viz **obr. 14** (**78, 79**). Risser si již v roce 1958 všiml, že plná osifikace ilické apofýzy je spojena s ukončenou skeletální maturací páteře a rozpracoval svoji metodu. Ta má velkou výhodu v tom, že skeletální maturace se odečítá z téhož předozadního snímku páteře, na kterém hodnotíme skoliózu. Nevýhodou je, že k největší progresi skoliotické křivky dochází v období růstového spurtu, což je u většiny dětí před počátkem osifikace ilické apofýzy (**80**). Proto Nault (**81**) stadium Risser 0 rozdělil do dvou skupin podle otevřené a či uzavřené ypsilonové chrupavky v jamce kyčelního kloubu. Dalším problémem je, že hodnocení Risserových známek se poněkud liší v Evropě a v Americe (**obr. 14**). Nejlépe koreluje s růstovou křivkou páteře a prognózou pacientek kostní věk podle Tannera – TW3 skóre (**82**). Vzhledem k náročnosti této metody však jsou stále činěny pokusy o zjednodušení. Je to jednak Sandersova metoda založená na Tannerově klasifikaci tvaru epifýz (**83, 84)**. Jako slibná se ukazuje i metoda TOCI (thumb ossification composite index, viz **obrázek 15**), která využívá k určení skeletální maturace pouze palec (**85, 86**). **Obrázek 15** schematicky sumarizuje naše znalosti o sexuální maturaci, kostním zrání, růstu páteře a končetin (**74, 87, 85, 86, 83, 12, 33**). Zjednodušeně můžeme říci, že těsně před začátkem puberty jsou epifýzy stejně široké jako metafýzy a mají již svůj charakteristický tvar, ale růstová fýza mezi epifýzou a metafýzou je ještě široká. Během dalšího vývoje pak epifýzy čepičkovitě překrývají metafýzy – právě tento obraz je typický pro růstový spurt, pro „peak height velocity". Poté nastává sestupná fáze růstového spurtu, během níž růstové chrupavky postupně zanikají, nejprve na distálních falangách, později proximálně. Schéma shrnuje vzájemné vztahy mezi sexuální maturací a kostním zráním a růstem jednotlivých tělesných segmentů. Vzhledem k tomu, že se skolióza vyskytuje častěji u dívek, je schéma zaměřeno více na děvčata, u chlapců jsou růstové charakteristiky posunuty o 2 roky.

## ZÁVĚR

Autoři shrnují své zkušenosti vyplývající z mnohaleté spolupráce při diagnostice, komplexní léčbě a hodnocení růstu pacientů s vadami pohybového aparátu od dětství do dospělosti. Předkládají široké odborné veřejnosti základní antropometrické metody využitelné v klinické praxi a seznamují čtenáře s problematikou auxologie. Pro správnou volbu a načasování konzervativní i chirurgické léčby deformit skeletu v dětském věku je důležité znát vzorce růstu tělesné výšky a jednotlivých tělesných segmentů. Klíčovým obdobím pro plánování léčby je puberta. Zásadním poznatkem, na který nesmíme v klinické praxi zapomínat, je variabilita začátku a průběhu puberty. Každého pacienta musíme hodnotit individuálně s přihlédnutím k jeho biologickému věku – sexuální a skeletální maturaci. Na

základě skeletální maturace (kostního věku) pak můžeme přistoupit k predikci finální výšky a zbývajícího růstu končetin a páteře. Autoři podávají přehled metod v současné době používaných při predikci nestejné délky končetin a pro predikci růstu páteře s ohledem na progresi skoliózy s růstem.

## LITERATURA


1. FETTER V, PROKOPEC M, SUCHÝ J, TITLBACHOVÁ S. Antropologie. Praha: Academia; 1967. 706 p.
2. MARTIN R, SALLER K. Lehrbuch der Anthropologie. Stuttgart: G. Fischer; 1957.
3. BLÁHA P, et al. Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let. Díl 1. Praha: Ústav sportovní medicíny; 1990. 73 p.
4. HERMANUSSEN M, editor. Auxology – Studying Human Growth and Development. Stuttgart: Schweizerbart; 2013. 324 p.
5. BLÁHA P, VIGNEROVÁ J, RIEDLOVÁ J. VI. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. Česko-Slovenská Pediatr. 2003;58:766–70.
6. KRÁSNIČANOVÁ H, LESNÝ P. Auxo 2018. Praha: Ferring Pharmaceuticals CZ s r.o.; 2018.
7. TANNER J., GOLDSTEIN H, WHITEHOUSE R. Standards for children's height at ages 2–9 years allowing for heights of parents. Arch Dis Child. 1970;45(244):755–62.
8. LUO ZC, ALBERTSSON-WIKLAND K, KARLBERG J. Target height as predicted by parental heights in a population--based study. Vol. 44, Pediatric Research. 1998. p. 563–71.
9. KARLBERG J. A biologically-oriented mathematical model (ICP) for human growth. Acta Paediatr Scand Suppl. 1989;350:70–94.
10. DE SANCTIS V, PINAMONTI A. Manual of disease-specific growth charts and body standard measurements. Pisa: Pharmacia Upjohn, Pacini Editore; 1997. 135 p.
11. BLÁHA P, HRUŠKOVÁ M, KREJČOVSKÝ L, KOBZOVÁ J, RIEDLOVÁ J, VIGNEROVÁ J. Růst a vývoj českých dětí ve věku od narození do 6 let. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta; 2010. 189 p.
12. BLÁHA P, KREJČOVSKÝ L, JIROUTOVÁ L, KOBZOVÁ J, SEDLAK P, BRABEC M, et al. Somatický vývoj současných českých dětí, Semilongitudinální studie,. Praha: Univerzita Karlova, SZÚ; 2006. 345 p.
13. GRASGRUBER P, HRAZDÍRA E. Anthropometric characteristics of the young Czech population and their relationship to the national sports potential. In: Journal of Human Sport and Exercise. Faculty of Education, University of Alicante; 2013. p. 9–12.
14. BOGIN B, KAPELL M, VARELA SILVA MI, ORDEN AB, SMITH PK, LOUCKY J. How genetic are human body proportions? In: Dasgupta P, Hauspie R, editors. Perspectives in Human Growthvelopment and Maturation. Dordrecht, Boson, London: Kluwer Academic Publishers; 2001. p. 205–21.
15. PRADER A, LARGO RH, MOLINARI L, ISSLER C. Physical growth of Swiss children from birth to 20 years of age. First Zurich longitudinal study of growth and development. Vol. 52, Helv Paediatr Acta Suppl. 1989. p. 1–125.
16. SPRANGER JW, BRILL P, SUPERTI-FURGA A, UNGER S, NISHIMURA G. Bone Dysplasias: An Atlas of Genetic Disorders of Skeletal Development. 3. Oxford University Press; 2012. 828 p.
17. BLÁHA P, et al. Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let. Díl 2. Praha: Ústav sportovní medicíny; 1990. 156 tables.
18. BLÁHA P, et al. Antropometrie československé populace od 6 do 55 let. Československá spartakiáda 1985. Díl I/2. Praha: ÚNZ pro vrcholový sport, Ústřední štáb čs. spartakiády 1985; 1986. 357 p.

19. ANDERSON M, MESSNER MB, GREEN WT. Distribution of lengths of the normal femur and tibia in children from one to eighteen years of age. J Bone Jt Surg. 1964;46–A(Sept.):1197–202.
20. MCCAMMON R., editor. Human growth and Development. Springfield, Il.: Charles C. Thomas; 1970. xi+295.
21. MARESH M. Measurements from roentgenograms. In: McCammon R., editor. Human Growth and Development. Springfield, Ill: Charles C. Thomas; 1970. p. 157–200.
22. ROBINOW M, CHUMLEA WC. Standards for Limb Bone Length Ratios in Children [Internet]. Radiology. 1982. p. 1–4. Available from: papers2://publication/uuid/60A2D1AB-9CA7-47E7-916E-9EDEF22D4CCB
23. BOGIN B, FOLEY RA, JABLONSKI N, MASCIE-TAYLOR CGN, LITTLE M, STRIER K, et al. Patterns of Human Growth [Internet]. Cambridge University Press; 1999. (Cambridge Studies in Biologica). Available from: https://books.google.cz/books?id=ScfPjwF3BngC
24. LEBL J, AL TAJI E, KOLOUŠKOVÁ S, PRŮHOVÁ Š, ŠNAJDEROVÁ M, ŠUMNÍK Z. Dětská endokrinologie a diabetologie. 1st ed. Praha: Galén; 2016. 616 p.
25. LEBL J, KRÁSNIČANOVÁ H. Růst dětí a jeho poruchy. Praha: Galén; 1996. 157 p.
26. FAGEN K, BLASK A, RUBIO E, BULAS D. Achondroplasia in the Premature Infant: An Elusive Diagnosis in the Neonatal Intensive Care Unit [Internet]. Vol. 07, American Journal of Perinatology Reports. 2017. p. e8–12. Available from: http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0036-1592188
27. UNGER S, SUPERTI-FURGA A, RIMOIN DL. A Diagnostic Approach to Skeletal Dysplasias. Pediatr Bone Biol Dis. 2003;(Table 1):375–400.
28. JENŠOVSKÝ J, LEBL J, CHRISTIANSEN JS, et al. Růstový hormon. Praha: Galén; 2000. 262 p.
29. MÜHL A, HERKNER KR, SWOBODA W. The mid-growth spurt-a pre-puberty growth spurt. Review of its significance and biological correlations. Padiatr Padol. 1992;27(5):119–23.
30. PLACHÝ L, ZEMKOVÁ D, PRŮHOVÁ Š, LEBL J. Poruchy růstové ploténky jako příčina familiárně malého vzrůstu. Čes-slov Pediat. 2018;73(2):110–7.
31. ROCHIRA V, KARA E, CARANI C. The endocrine role of the skeleton. Int J Endocrinol. 2015;2015:15.
32. FRANK GR. Role of Estrogen and Androgen in Stress response of Fish. Med Pediatr Onkol. 2003;41(3):217–21.
33. TANNER J., HEALY MJ., GOLDSTEIN H, CAMERON N. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3) Method. 3rd ed. Saunders Ltd; 2001. 128 p.
34. GREULICH W., PYLE SI. Radiographic Atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed. Stanford: Stanford University Press; 1959. 256 p.
35. MARSHALL W, TANNER J. Variations in pattern of pubertal changes in girls. Arch Dis Child. 1969;44(325):291–303.
36. MARSHALL W, TANNER J. Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. Arch Dis Child. 1970;45(239):13–23.
37. BOUCHALOVÁ M. Vývoj během dětství a jeho ovlivnění. Praha: Avicenum SZN; 1987. 459 p.
38. AKSGLAEDE L, SORENSEN K, PETERSEN JH, SKAKKEBAEK NE, JUUL A. Recent Decline in Age at Breast Development: The Copenhagen Puberty Study [Internet]. Vol. 123, Pediatrics. 2009. p. e932–9. Available from: http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2008–2491
39. SORENSEN K, AKSGLAEDE L, HOLM J. Recent changes in pubertal timing in healthy Danish boys: Associations with body mass index. Vol. 95, Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 2013. p. 263–70.
40. GOEDE J, HACK WWM, SIJSTERMANS K, VAN DER VOORT-DOEDENS LM, VAN DER PLOEG T, MEIJ-DE VRIES A, et al. Normative values for testicular volume measured by ultrasonography in a normal population from infancy to adolescence. Horm Res Paediatr. 2011;76(1):56–64.
41. JOUSTRA SD, VAN DER PLAS EM, GOEDE J, OOSTDIJK W, DELEMARRE-VAN DE WAAL HA, HACK WWM, et al. New reference charts for testicular volume in Dutch children and adolescents allow the calculation of standard deviation scores. Vol. 104, Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics. 2015. p. e271–8.

42. ŠNAJDEROVÁ M, ZEMKOVÁ D. Předčasná puberta. Praha: Galén; 2000. 124 p.
43. AMEADE EPK, GARTI HA. Age at menarche and factors that influence it: A study among female university students in Tamale, Northern Ghana. Vol. 11, PLoS ONE. 2016.
44. NIELSEN CT, SKAKKEBAEK NE, RICHARDSON D., Al. E. Onset of the Release of Spermatozia (Supermarche) in Boys in Relation to Age, Testicular Growth, Pubic Hair, and Height. JCEM. 1986;62(3):532–5.
45. FUCHS M, FRÖEHLICH M, HENTSCHEL B, STUERMER IW, KRUSE E, KNAUFT D. Predicting Mutational Change in the Speaking Voice of Boys. Vol. 21, Journal of Voice. 2007. p. 169–78.
46. ZEMKOVÁ D. Kostní věk. In: Fait T, Šnajderová M, editors. Estrogenní deficit. Praha: Maxdorf; 2007. p. 77–85.
47. KUCHYŇKOVÁ I, KRÁSNIČANOVÁ H. Methods of Skeletal Maturity Assessment – Some clinical Aspects. Anthropologie. 2004;42(2):115–9.
48. GILSANZ V, RATIB O. Hand Bone Age. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 2005. 96 p.
49. VIGNEROVÁ J, BRABEC M, BLÁHA P. Two centuries of growth among Czech children and youth. Econ Hum Biol. 2006;4(2):237–52.
50. REES M. The age of menarche. ORGYN. 1995;4:2–4.
51. MOSELEY CF. A straight-line graph for leg-length discrepancies A Straight-Line for Leg-Length. J Bone Jt Surg. 1977;59A:174–9.
52. ANDERSON M, GREEN WT, MESSNER MB. Growth and predictions of growth in the lower extremities. J Bone Jt Surg. 1963;45A:1–14.
53. PALEY J, TALOR J, LEVIN A, BHAVE A, PALEY D, HERZENBERG JE. The multiplier method for prediction of adult height. J Pediatr Orthop. 2004;
54. PALEY D. Principles of Deformity correction. 3rd ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag; 2005. 806 p.
55. PALEY D, GELMAN A, SHUALY MB, HERZENBERG JE. Multiplier Method for Limb-Length Prediction in the Upper Extremity. Vol. 33, Journal of Hand Surgery. 2008.
56. PALEY D, MATZ AL, KURLAND DB, LAMM BM, HERZENBERG JE. Multiplier Method for Prediction of Adult Height in Patients with Achondroplasia. J Pediatr Orthop. 2005;25(4):539–42.
57. PALEY D, BHAVE A, HERZENBERG JE, BOWEN JR. Multiplier Method for Predicting Limb-Length Discrepancy Multiplier Method for. J Bone Jt Surg. 2000;82A:1432–46.
58. BAYLEY N, PINNEAU SR. Tables for predicting adult height from skeletal age: revised for use with the Greulich – Pyle hand standards. J Pediatr. 1952;40:423–41.
59. ZACHMANN M, SOBRADILLO B, FRANK M, FRISCH H, PRADER A. BAYLEY-PINNEAU, ROCHE-WAINER-THISSEN, and TANNER height predictions in normal children and in patients with various patholgoic conditions. Vol. 93, Journal of Pediatrics. 1978. p. 749–55.
60. PRITCHETT JW. Practical Bone Growth. Seattle: J.W.Pritchett; 1993. 161 p.
61. ZEMKOVÁ D, MAŘÍK I. Epifýzeodéza v oblasti kolenního kloubu jako metoda volby pro řešení zkratů a desaxací dolní končetiny. Pohyb ústrojí. 2004;11(1+2):116–8.
62. ZEMKOVÁ D, MAŘÍK I. Prediction of the leg shortening and indication of orthopaedic treatment at children. Case reports. Pohyb ústrojí. 2007;13(3+4 Suppl.):147–56.
63. MAŘÍK I, ZEMKOVÁ D, MYSLIVEC R, PETRÁŠOVÁ Š, MAŘÍKOVÁ A, HUDÁKOVÁ O, et al. Nestejná délka dolních končetin v období růstu: diagnostika, monitorování a léčení. VOX Pediatr. 2010;10(8):22–9.
64. SHAPIRO F. Developmental patterns in lower-extremity length discrepancies. J Bone Jt Surg. 1982;64A(5):639–51.
65. MAŘÍK I. Antropometrické metody využívané při objektivizaci proporcionality a nestejné délky končetin. In: Mařík I. Systémové, končetinové a kombinované vady skeletu: diagnostické, terapeutické a biomechanické aspekty – 1. část. Monografie. Pohybové ústrojí. 2000; 7 (2+3): 178–190

66. AMSTUTZ H. The Morphology, Natural History, and Treatment of PROXIMAL FEMORAL FOCAL DEFICIENCIES. In: Aitken GT, editor. Proximal Femoral Focal Deficiency, A longitudinal Anomaly. Washington D.C.: National Academy of Sciences; 1969. p. 50–76.
67. MAŘÍK I, KRÁSNIČANOVÁ H, ZEMKOVÁ D. Prediction of growth in segments of the lower extremities in focal femoral defects. Acta Chir Orthop Traum čech. 1988;55(5):449–55.
68. ZEMKOVÁ D, MAŘÍK I. Predikce růstu vrozených zkratů segmentů končetin. Pohyb ústrojí. 1999;6(3+4).
69. SANDERS JO, KHOURY JG, KISHAN S. A technique for calculating limb length inequality and epiphyseodesis timing using the multiplier method and a spreadsheet. J Child Orthop. 2007;1(2):151–5.
70. WAGNER P, STANDARD SC, HERZENBERG JE. Evaluation of a Mobile Application for Multiplier Method Growth and Epiphysiodesis Timing Predictions. Vol. 37, Journal of Pediatric Orthopaedics. 2017. p. e188–91.
71. MAGNICOL MF, PATTINSON N. Epiphyseodesis in the Management of Leg Length Discrepancy. Vol. 3, Seminars in Orthopaedics. Edinburgh: the Princess Margaret Rose Orthopaedic Hospital; 1992. p. 201–6.
72. PENDLETON AM, STEVENS PM, HUNG M. Guided Growth for the Treatment of Moderate Leg-length Discrepancy. Orthopedics. 2013;
73. KRAWCZYK P, ČERNÝ P, MAŘÍKOVÁ A, MYSLIVEC R, MAŘÍK I. Ortoticko-protetické léčení tělesně postižených dětí – komplexní péče. Pohyb ústrojí. 2016;23(1):49–80.
74. DIMEGLIO A, CANAVESE F. The growing spine: How spinal deformities influence normal spine and thoracic cage growth. Vol. 21, European Spine Journal. 2012. p. 64–70.
75. WINTER R. Scoliosis and spinal growth. Ortop Rev. 1977;6:17–20.
76. DIMEGLIO A. Growth of the spine. Montpellier: Suramps; 1988.
77. DUDIN M, PINČUK D, editors. Idiopatičeskij skolioz: Diagnostika, patogenez. Sankt Peterburg: Izdatelstvo Čelovek; 2009. 266 p.
78. RISSER JC. The iliac apophysis; an invaluable sign in the management of scoliosis. Clin Orthop. 1958;11:111–119.
79. NG S-Y, BETTANY-SALTIKOV J. Imaging in the Diagnosis and Monitoring of Children with Idiopathic Scoliosis. Open Orthop J [Internet]. 2017;11(Suppl-9, M5):1500–20. Available from: http://benthamopen.com/FULLTEXT/TOORTHJ-11-1500
80. HACQUEBORD JH, LEOPOLD SS. In Brief The Risser Classification: A Classic Tool for the Clinician Treating Adolescent Idiopathic Scoliosis. Clin Orthop Relat Res. 2012;470(8):2335–2338.
81. NAULT ML, PARENT S, PHAN P, ROY-BEAUDRY M, LABELLE H, RIVARD M. A modified risser grading system predicts the curve acceleration phase of female adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Jt Surg – Ser A. 2010;92(5):1073–81.
82. SANDERS JO, BROWNE RH, MCCONNELL SJ, MARGRAF SA, COONEY TE, FINEGOLD DN. Maturity assessment and curve progression in girls with idiopathic scoliosis. Vol. 89, Journal of Bone and Joint Surgery – Series A. 2007. p. 64–73.
83. SANDERS JO, KHOURY JG, KISHAN S, BROWNE RH, MOONEY JF, ARNOLD KD, et al. Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: A simplified classification during adolescence. J Bone Jt Surg – Ser A. 2008;90(3):540–53.
84. NICHOLSON AD, SANDERS JO, LIU RW, COOPERMAN DR. Binary and analogue markers of skeletal maturity: clinical utility of the thenar and plantar sesamoids. J Child Orthop [Internet]. 2018;12(1):76–83. Available from: http://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/1863-2548.12.170192
85. HUNG ALH, CHAU W., SHI B. Thumb Ossification Composite Index (TOCI) for Predicting. J Bone Jt Surg. 2017;99(17):1438–46.

86. HUNG ALH, SHI B, CHOW S.-H, et al. Validation Study of the Thumb Ossification Composite Index (TOCI) in Idiopathic Scoliosis: A Stage-to-Stage Correlation with Classic Tanner-Whitehouse and Sanders. J Bone Jt Surg. 2018;100(13):e88.
87. MODI HN, MODI CH, SUH SW, YANG JH, HONG JY. Correlation and comparison of Risser sign versus bone age determination (TW3) between children with and without scoliosis in Korean population. Vol. 4, Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2009.

Adresa autorky:
**RNDr. Dana Zemková, CSc.**
Pediatrická klinika
Fakultní nemocnice Motol Univerzity Karlovy, Praha
dezem@email.cz

# REHABILITACE U PACIENTŮ S PREDIABETEM A DIABETEM MELLITEM 2. TYPU

# REHABILITATION OF PATIENTSWITH PRE-DIABETES AND TYPE 2 DIABETES

VRÁTNÁ ELIŠKA[1, 2], VAŘEKOVÁ JITKA[1], VAŘEKA TOMÁŠ[3], DAĎOVÁ KLÁRA [1], STRNAD PAVEL[1], PYŠKOVÁ BARBORA[1], FEJFAROVÁ VLADIMÍRA[4]

[1] Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu

[2] Institut klinické a experimentální medicíny, Pracoviště klinické rehabilitace, Praha

[3] VFN a 1. LF UK

[4] Institut klinické a experimentální medicíny, Centrum diabetologie, Praha

## SOUHRN

Diabetes mellitus (DM) je metabolické onemocnění se značným nárůstem výskytu v zemích s vysokým životním standardem. V posledních letech vzrůstá jak DM 1. typu vlivem pravděpodobně antigenního tlaku, ale zejména DM 2. typu vlivem neuspokojivého životního stylu. Pohybová aktivita je významným nástrojem prevence i léčby právě DM 2. typu. Mnohé studie sledovaly pozitivní efekt pravidelné pohybové aktivity na toto onemocnění. Ucelená doporučení pohybových aktivit, která by zohledňovala stadia onemocnění a přítomnost rizikových faktorů jsou však mnohdy nedostatečná.

Autoři souhrnného rešeršního článku popisují význam pohybové aktivity u jedinců s prediabetem a diabetem mellitem 2. typu. Jsou zde uvedena základní doporučení rehabilitace ve vztahu k jednotlivým typům pacientů (prediabetici, ambulantní nemocní bez komplikací, ambulantní s komplikacemi, hospitalizovaní, amputovaní). Nejvíce doporučované pohybové aktivity jsou střídání aerobního cvičení mírné a střední intenzity a odporové cvičení s lehkými váhami.

Výhody pohybové aktivity (PA) spatřujeme v prevenci diabetu, ve zlepšení kompenzace již stávajícího DMa ve snížení nákladů na jeho léčbu. Ne však každá PA je pro pacienty s DM 2. typu vhodná, zvláště pokud již trpí pozdními komplikacemi. Jedná se především o intenzivní PA, PA se zadržováním dechu a vysokým odporem. Dále by diabetici při PA měli dbát na správnou volbu preventivní obuvi jako prevenci syndromu diabetické nohy. Tato obuv by měla splnit základní podmínky

zdravého preventivního obouvání pro pacienty s diabetem a zejména s diabetickou neuropatií. Doporučuje se dávat přednost obuvi s pevným opatkem, který stabilizuje nohu při chůzi, se šněrováním, eventuálně uzavíráním na suchý zip. Obuv by měla být dostatečně široká i vysoká s tuhou podešví.

**Klíčová slova:** Diabetes mellitus, fyzická aktivita.

## SUMMARY

Diabetes mellitus is a metabolic disease with a significant growth in countries with high standard of living. Recently, DM 1 occurrence has increased probably due to antigenic pressure but DM 2 is on the increase due to bad lifestyle. Physical activity is an important tool in prevention and treatment of this disease. Many studies monitor the positive impact of regular physical activity on disease progression. However, there is a lack of comprehensive recommendations of physical activities taking into account different stages of the disease and exist risk factors.

Authors of this review present the importance of physical activity in individuals with diagnosed prediabetes and type 2 diabetes mellitus. There are physiotherapy recommendations for individual patient types (outpatients without complications, outpatients with complications, in-patients, amputees, prediabetes patients). The most recommend physical activities include alternating low to moderate intensity aerobic exercise with low-impact weight-bearing exercise.

The advantage of physical activities (PA) lies mainly in the prevention of diabetes mellitus, improvement of diabetes control and reduction of treatment costs. However, not every PA is suitable for type 2 diabetic patients, especially those with late complications. This regards namely intensive PA, PA including high-resistance breath holding. Also, diabetes patients should pay attention to appropriate footwear and socks, and should especially frequently check lower limbs to avoid the diabetic foot development. Appropriate footwear should meet the requirements for healthy preventative footwear for diabetes patients, especially for diabetes neuropathy. It is recommended to use footwear with fixed counter in order to stabilize the foot in walking, with lacing or velcro. The shoe should have sufficient width and height, with solid sole.

**Keywords:** Diabetes mellitus, physical activity.

## ÚVOD

Diabetes mellitus (DM) je onemocnění označující skupinu metabolických poruch charakterizovaných hyperglykémií vznikající v důsledku poruch sekrece inzulinu, poruch účinku inzulinu v cílových tkáních, nebo kombinací obou předchozích (**1**). Z těchto důvodů dochází v organismu k abnormálnímu zpracování glukózy. Pro management glykémií a ke zlepšení celkového zdraví u jedince s prediabetem a diabetem mellitem je začlenění fyzické aktivity do denního režimu a především její

udržování zásadní. Doporučení pohybové aktivity (PA) a rehabilitace se liší podle zdravotního stavu a typu diabetu. V následujícím textu se budeme věnovat rozdílům rehabilitace a pohybové aktivity u pacientů s prediabetem a s diabetem mellitem 2. typu s/bez pozdních komplikací. Nemocnými s DM 2. typu se zaobíráme pro vysoký nárůst jejich počtu, který je dán nejen geneticky, ale především stylem života daných jedinců. PA je významným nástrojem prevence i léčby právě pro pacienty s DM 2. typu.

Dle dat Ústavu zdravotnických informací z roku 2015 trpí v České republice diabetem mellitem přibližně 860 tisíc obyvatel, z čehož necelých 790 tisíc tvoří nemocní s DM 2. typu. Rehabilitace a pohybová aktivita je důležitá nejen z pohledu prevence, ale i samotné terapie diabetu (**2**) – napomáhá redukci hmotnosti, snížení potřeby inzulinu, může vést ke zlepšení kompenzace DM, a tím nepřímo k ovlivnění pozdních komplikací včetně syndromu diabetické nohy.

Náš článek má za cíl předložit současné návrhy rehabilitační a pohybové léčby u jedinců s prediabetem a DM. Shrneme tyto poznatky a definice obecných zásad a cílů, dále upozorníme i na limity PA a rehabilitace u těchto jedinců a spolu s tím spojené komplikace. K hledání zdrojů pro tuto práci jsme využili databází Pubmed, Scopus a SPORT discus.

## PACIENTI S PREDIABETEM

Do této kategorie spadají pacienti s poruchou glukózového metabolismu, která je charakterizována buď vyšší glykémií nalačno nebo poruchou glukózové tolerance (změny v rámci orálního glukózového tolerančního testu). Hladina krevní glukózy je vyšší než norma, ale zatím nedosahuje tak vysokých hodnot, aby mohl být diagnostikován DM. U těchto jedinců je zvýšené riziko rozvoje DM 2. typu, ale jeho nástupu se dá zamezit nebo jej zpomalit změnou životního stylu a zvýšenou fyzickou aktivitou (**2**). Většinou tito pacienti nejsou po stránce prediabetu v pohybových aktivitách nijak omezeni. Doporučení stran PA jsou stejná jako u zdravých jedinců.

Jadhav et al. (**3**) poukázal na zásadní význam PA na prognózu prediabetických pacientů. Na základě analýzy 19 randomizovaných studií potvrdil předpoklad, že PA snižuje u pacientů s prediabetem riziko rozvoje DM a následných komplikací. Studie Swindella et al. (**4**), v níž bylo sledováno přes 2000 jedinců s BMI > 25 a zvýšenou hladinou glykémie nalačno (5,6-6,9 mmol/l). PREVIEW ukázala, že PA jasně ovlivňuje kardiovaskulární riziko jedinců s prediabetem.

## PACIENTI S DM 2. TYPU

Intervence v oblasti životního stylu u lidí s vysokým rizikem diabetu 2. typu tak indikuje udržení změny životního stylu a vede k dlouhodobé prevenci progrese na diabetes 2. typu (**5**) a snižuje KV choroby. Vznik DM 2. typu je doménou spíše starších osob. Etiopatogeneze DM 2. typu je stále nejasná vzhledem k heterogenitě a komplexnosti procesů, které vedou k této metabolické poruše (především poruše metabolismu glukózy a lipidů). Nevyjasněná je stále také genetická závislost

a interakce se zevním prostředím (**6**), klíčový je nicméně vliv životního stylu daného člověka (**7, 8**). Některé faktory způsobující DM 2. typu jsou ovlivnitelné samotným jedincem, jako je stravování, obezita, pohybová aktivita. Jiné zase ovlivnit nelze jako např. genetické dispozice, pohlaví a rostoucí věk.

Veškerá pohybová aktivita a především plánované cvičení jsou důležité pro snižování glykémií v krvi a zlepšení metabolické kompenzace u diabetiků 2. typu, snižují riziko kardiovaskulárních onemocnění, zlepšují psychiku, tělesné sebepojetí a sebehodnocení a především pomáhají s úbytkem váhy (**9**, **10**). PA je spojena i s poklesem inzulinové rezistence (IR). Pohybová aktivita je tedy nedílnou součástí péče o pacienty s diabetem mellitem 2. typu (**11**). Příznivým důsledkem výše uvedených změn je také snížení spotřeby léčiv a ekonomického zatížení jedince (**12**).

Cílem rehabilitační a pohybové léčby je především snížení IR a v návaznosti na to zlepšení metabolismu glukózy. Dochází ke zvýšení svalové hmoty, které má za následek zmnožení krevních kapilár a tím zlepšení prostupnosti inzulinu do tkáně a zvýšení zásoby svalového glykogenu. Pohyb vede ke snížení tělesné hmotnosti a proporcionální změně tělesného složení, zlepšení senzomotoriky nohy a prevenci pádu, k podpoře dechového stereotypu a jemné motoriky. Kromě těchto cílů by měla PA působit také na kognitivní funkce jedince (**1**). Pacienti s diabetem mají kromě psychosociálních poruch (**13**) popisované i vyšší riziko kognitivních dysfunkcí včetně demence (**14**, **15**). Nosaka a Callisaya (**16**) ve svém článku dokazují, že pravidelné cvičení má výrazný vliv na dobrou funkci mozku a tím i na zlepšení kvality života, i když není stále sjednocený názor na typ, intenzitu, dobu trvání a na četnost dané pohybové aktivity.

**Je však důležité mít neustále na paměti, že každý člověk a především diabetik je individuální, a proto je potřeba se nad doporučením pohybové aktivity zamyslet a přizpůsobit ji specifickým potřebám každého jedince.**

**Rehabilitační péči o pacienty s diabetem mellitem 2. typu** dělíme dle možností pacientů na péči o ambulantní nemocné – bez komplikací a s komplikacemi, hospitalizované pacienty – připoutané na lůžko, na invalidní vozík nebo používající francouzské hole či podpažní berle a dialyzované pacienty.

## Rehabilitační péče a fyzická aktivita u ambulantních pacientů bez komplikací

Pokud se jedná o fyzickou aktivitu nízké či střední intenzity (jedinec je schopen při dané aktivitě skládat věty a mluvit, aniž by se zadýchal a musel přerušit buď fyzickou aktivitu či řeč), není potřeba před cvičením pacienta lékařsky kontrolovat (**17**).

Týdenní režim diabetika by měl zahrnovat pohybovou aktivitu v minimálním rozsahu 150 min/ týden rozložených minimálně do 3 dnů. Diabetik by neměl být více jak 2 dny bez pohybové aktivity. Strukturovaný trénink, který sestává z aerobního cvičení, odporového tréninku nebo kombinací obou, je spojen s redukcí HbA1c u pacientů s DM 2. typu (**18**). Dospělí s DM 2. typu by měli provádět denně 60 minut středně intenzivní aerobní cvičení. Posilovací trénink by měl být zařazen 3x

týdně, ale nikdy ne 2 dny po sobě, aby nevznikla delší pauza mezi silovými tréninky. Dle Morrisona (**19**) a Herriotta (**20**) zařazujeme do denního režimu především aerobní aktivity, jako je jízda na kole (rotopedu), chůze, plavání a jogging, kombinované se silovým tréninkem (posilování s vlastní tělesnou vahou, expandéry, therabandy, s lehkými činkami atd.). Doporučuje se i jóga, pilates či taichi pro zlepšení flexibility a psychiky. Zařazení strečinku a cvičení rovnováhy se doporučuje 2–3x týdně (např. cviky viz **obr. 1 a 2**), zvláště u starších diabetiků především jako prevence pádu a následných zranění. Pokud chce diabetik začít s pohybovou aktivitou a udělat něco pro své zdraví, je důležité, aby se účastnil školení a dodržoval doporučení, která mu pomohou se při fyzické aktivitě osamostatnit (**11**; **tab. 1**).

| | |
|---|---|
| 1. | Denní cvičení nebo maximálně jeden den pauzy ke zvýšení účinnosti inzulinu. |
| 2. | Provádění jak aerobní aktivity (chůze, běh, kolo, plavání, tanec atd.), tak odporového tréninku (pouze za předpokladu dobrého zdravotního stavu a optimální glykémie). |
| 3. | Motivace a psychická podpora nejen dětí a adolescentů, aby zvládali a plnili stejné cíle stanovené pro jejich věk. |
| 4. | Pohybová intervence zahrnující alespoň 150 min. pohybu týdně spojená s dietními změnami vedoucími k 5–7% snížení váhy se doporučují k prevenci nebo zpomalení nástupu DM 2. typu u jedinců s vysokým rizikem a u jedinců s prediabetem. |

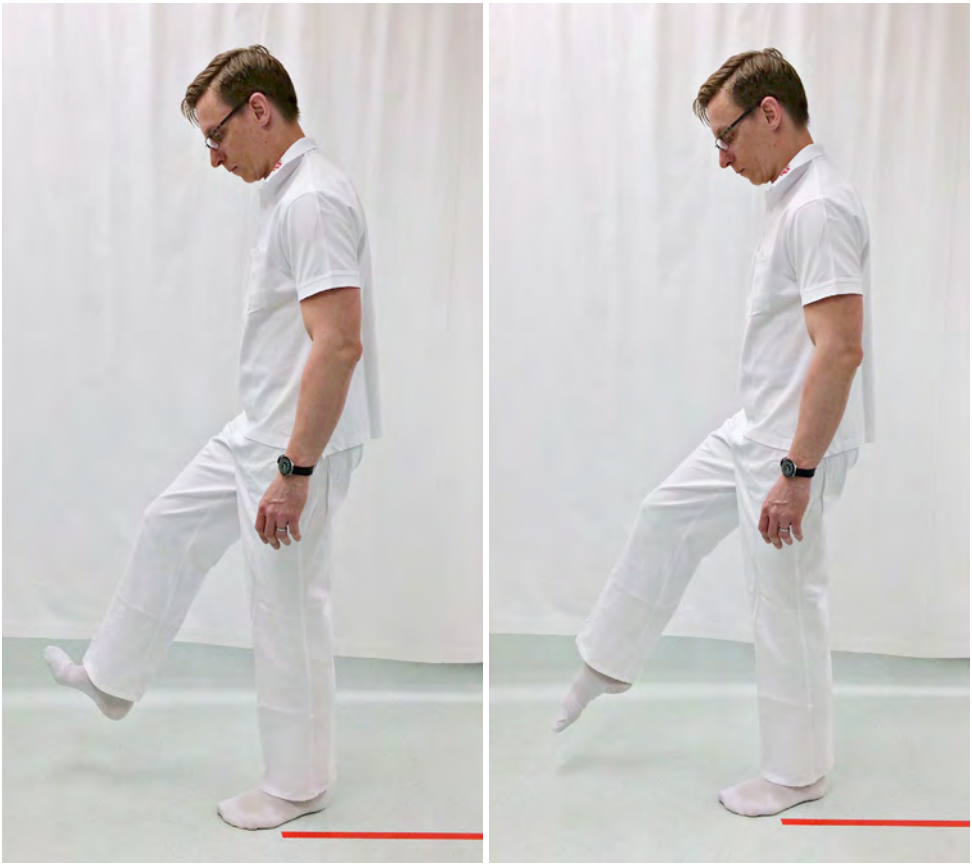
**Tab. 1:** Základní doporučení k pohybovým aktivitám u pacientů s DM 2. typu bez komplikací (**11**)

Wing (**21**) spolu s dalšími autory provedl v roce 2013 nejrozsáhlejší randomizovanou studii hodnotící intervenční program u pacientů s DM 2. typu ve srovnání s kontrolní skupinou. Skupina diabetiků měnící životní styl byla vedena k úbytku váhy (úpravou stravování - snížením energetického příjmu a pohybovou aktivitou 175 min/týden bez dozoru). Skupina, která se věnovala intervenčnímu programu, dosáhla trvalého zlepšení – úbytkem hmotnosti, zlepšení kardiorespirační kondice, nižšího krevního tlaku, hladiny glykémie a krevních lipidů při menších dávkách léků. Zlepšil se také spánek a to díky snížení počtu případů spánkové apnoe. U jedinců se vyskytlo méně těžkých retinopatií a onemocnění ledvin, depresí, močové inkontinence a sexuální dysfunkce. Ve výsledku došlo ke zlepšení fyzické kondice, zvýšení kvality života a především snížení nákladů na zdravotní péči.

## Rehabilitační péče a fyzická aktivita u ambulantních pacientů s komplikacemi.

Komplikace spojené s diabetem můžeme rozdělit na makrovaskulární a mikrovaskulární. (**obr. 3**). Ty se mohou vyvíjet a zhoršovat s nedostatečnou kontrolou glykémií (**22, 23, 24**). Tyto komplikace mohou a často také způsobují omezení při fyzických aktivitách. Doporučení pro PA vycházející ze článku od Colbergaet al. (**11**) pro diabetiky s komplikacemi jsou následující:

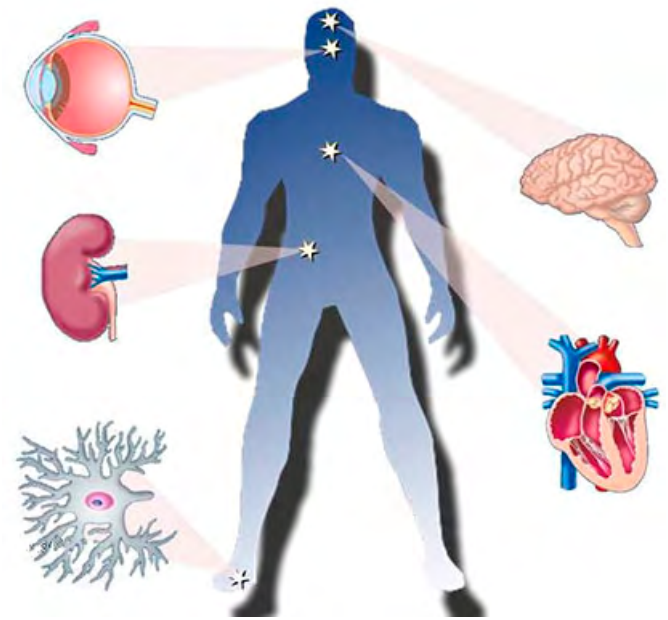
- Při **cévních onemocněních** mohou být prováděny všechny pohybové aktivity. Pacienti však musejí dbát doporučení svého ošetřujícího lékaře a dodržovat vhodná opatření.
- Fyzická aktivita a jakýkoliv jiný druh pohybu nemají vliv na průběh **onemocnění ledvin**, tudíž může být cvičení prováděno bezpečně i během dialýzy za dodržení určitých kautel s ohledem na HD přístupy.



**Obr. 1:** Cvičení na zlepšení stability dolní končetiny a zvýšení mobility v hlezenním kloubu. Několikrát opakujeme přitažení špičky a napnutí dolů, poté zakroužíme oběma směry, vnitřním i vnějším. Pozice dle obrázku. Opakování 30krát a více. (**34**)

- U diabetiků s **ortopedickými problémy** by mělo být prováděno pravidelné protahování, aby se předešlo patologickým změnám v úrovni svalů, šlach a kostí.
- Diabetici s **hypertenzí** by měli provozovat jak aerobní cvičení, tak silový trénink. Obě tyto varianty mohou snižovat klidový krevní tlak. Některé léky na krevní tlak mohou způsobit hypotenzi spojenou se cvičením. Důležité je dodržovat hydrataci během cvičení a vyhýbat se Valsalvovu manévru při silovém tréninku (**11**). Nutná je pravidelná kontrola krevního tlaku.
- **ICHDK** – Silový odporový trénink dolních končetin zlepšuje jejich funkční výkon (**25**). Mezi doporučené aktivity se řadí aerobní činnosti – např. chůze nízké a střední intenzity, ruční ergometr, cyklistický trenažér (**26**). Pacienti musejí dodržovat prevenci syndromu diabetické nohy.

**Obr. 2:** Cvičení na zlepšení stabilitu těla a mobilitu páteře. Stojíme zpříma, pěsti sevřené, s nádechem se vytáhneme za pažemi nahoru (případně lehce do záklonu) a s výdechem jdeme do hlubokého dřepu s pažemi nataženými před sebe. V pomalém rytmu opakujeme cca 15krát a více. (**34**)



**Obr. 3:** Mikro a makrovaskulární komplikace pacientů s DM

- U diabetiků s **periferní neuropatií** pomáhá nejvíce pravidelné aerobní cvičení, které může zabránit nástupu nebo progresi periferní neuropatie. Důležitá je neustálá kontrola nohou v rámci prevence syndromu diabetické nohy (**27**).
- **Autonomní neuropatie** – Dle Colberga et al. (2010) by měli diabetici s autonomní neuropatií dávat pozor na dehydrataci, posturální hypotenzi, chronotropní změny (nedochází k patřičnému zvýšení srdeční frekvence jako odpovědi na PA), gastroparézu, změněnou termoregulaci způsobenou cvičením. Při posturální hypotenzi je potřeba se vyvarovat rychlých posturálních nebo směrových změn (vyvarování se mdlobám a pádům). Při kardiální autonomní neuropatii je třeba před PA kontrola lékařem.
- U diabetiků s rizikem syndromu diabetické nohy (**obr. 4**), zejména s rizikem ulcerací, je doporučována mírná chůze, která pravděpodobně nezvyšuje riziko vzniku vředů na nohou nebo riziko reulcerací (**28**). Pokud je prováděna PA vždy je třeba ji provádět v patřičné obuvi a dolní končetiny pečlivě po cvičení zkontrolovat. V případě rozvinutého syndromu diabetické nohy je třeba se vyvarovat tlaků působících na nohy při zátěži. Proto se doporučuje cvičení s odlehčovacími pomůckami nebo vleže se zátěží, např. s posilovacími gumami, overbaly, medicinbaly, ručním ergometrem, lehkými činkami, závažími na ruce či nohy atd.). Jogging je zakázán.
- **Amputace –** co se týká PA aktivity u amputářů, po úplném zhojení je možné se navrátit ke sportu, záleží však na dalších přidružených komplikacích, které diabetik má. Měl by se především řídit doporučeními svého ošetřujícího lékaře.

- **Závažná neproliferativní a neošetřená proliferativní retinopatie** (**obr. 5**) – jedinci s tímto postižením jsou ohroženi krvácením do sklivce a postižením sítnice. Vyhnout by se měli aktivitám, které výrazně zvyšují krevní tlak (intenzivní aerobní PA jakéhokoliv druhu), skákání, potápění, odporovému cvičení a cvičení se zadržováním dechu. Během nového nebo resorbujícího se hemoftalmu je cvičení zakázáno úplně.

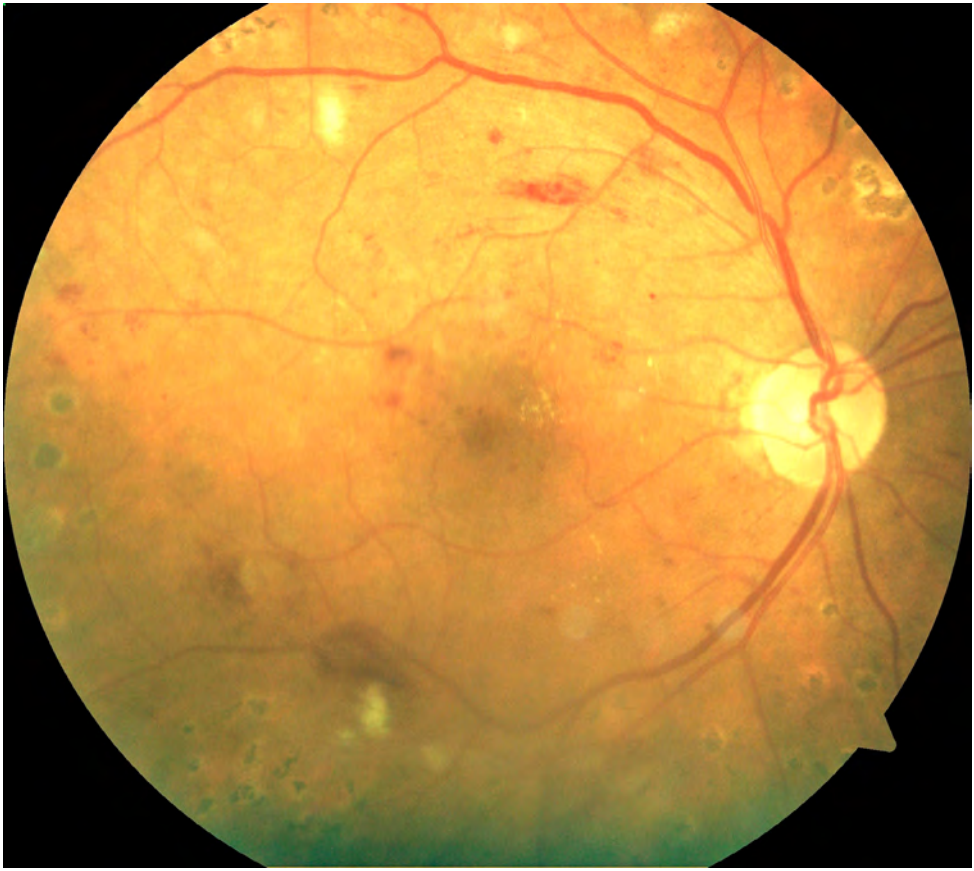
**Obr. 4:** Diabetická ulcerace v rámci syndromu diabetické nohy (z archivu autora MUDr. Fejfarové)

## Rehabilitační péče a fyzická aktivita u hospitalizovaných nemocných

Ve většině případů se jedná o pacienty s akutními nebo pozdními komplikacemi diabetu, alteracemi pohybového aparátu (pacienti po chirurgických zákrocích na dolních končetinách – př. po amputacích, čištění ran nebo diabetici po transplantaci. Níže uvádíme postup rehabilitace u nemocných se syndromem diabetické nohy.

U diabetiků, kteří mají z určitých důvodů zakázáno došlapovat na dolní končetinu je důležitý především nácvik lokomoce a navrácení do plnohodnotného života. Nácvik záleží na typu odlehčení, které může být dočasné nebo trvalé. Rehabilitační péči u hospitalizovaných dělíme na péči:

- **předoperační péči** – nácvik chůze na berlích, jízdy na vozíčku, přesunů z postele na vozík (**obr. 6**), toaletu a zpět, informujeme pacienta o následné rehabilitaci, která bude zavedena po zákroku a nutná je další motivace k pokračování v pohybu a terapii (**29**).
- **pooperační rehabilitační péči** – je nutná již v prvních dnech po operaci (péče o ránu, o pahýl, polohování, kompresní terapie, protahování, vertikalizace a nácvik přesunů, nácvik denních aktivit a především nácvik chůze – samozřejmě dbáme pokynů ošetřujícího lékaře a subjektivních pocitů pacienta) (**30**). Pozor musíme dávat především na stehy a drény (**31**).



**Obr. 5:** Pokročilá neproliferativní diabetická retinopatie (z archivu autora MUDr. Fejfarové)

**Obr. 6:** Nácvik přesunu z mechanického vozíku na lůžko (foto z archivu autorky Mgr. Bc. Elišky Vrátné)

U pacientů s amputacemi se doporučují pohybové aktivity zaměřené především na posílení svalů trupu a horních končetin (aby měli pacienti sílu na chůzi o berlích či k přesunům na vozík), aerobní aktivita, nejlépe chůze a především posilování zdravé dolní končetiny, pro zlepšení lokomoce a udržení soběstačnosti. Pro představu chůze s protézou je daleko více energeticky náročná než klasická bipedální chůze. Např. u stehenní amputace se jedná o 400% nárůst energetické náročnosti (**32**). Po propuštění pacienta a zahojení následuje ještě nácvik pádů, stability a u těch co mají vůli a motivaci návrat ke sportovním aktivitám.

# DISKUSE

U jedinců s DM 2. typu je nezbytné věnovat pozornost adekvátnímu doporučení PA. Největším problémem v oblasti pohybové aktivity u pacientů s DM spatřujeme především v nízké informovanosti nejen samotných diabetiků, ale také praktických a ošetřujících lékařů. Klíčová je také motivace pacientů. Pacienti s prediabetem většinou nezohledňují závažnost problému a často nerespektují doporučení, která jsou jim dávána. U pacientů s již rozvinutým DM 2. typu se motivace k PA odvíjí od předešlé zkušenosti s pohybovou aktivitou.

PA je důležité volit tak, aby u ní diabetik vydržel co nejdéle, bavila ho a kromě fyzických účinků měla i kladné psychické důsledky. Motivace může být dána buď skupinovým cvičením, pozitivními zdravotními změnami, nebo naopak ukázkou, jak mohou končit pacienti dekompenzovaní nepečující adekvátně o své zdraví. V Institutu klinické a experimentální medicíny v Praze dochází při edukaci diabetiků k mezioborové spolupráci mezi Centrem diabetologie a Pracovištěm klinické rehabilitace. Fyzioterapeuti dochází denně na lůžkové oddělení diabetologie, pravidelně se účastní se svými přednáškami týdenních edukačních kurzů pro diabetiky a rekondičních kurzů. Pomáhají vzdělávat ošetřující personál, jsou součástí autorských kolektivů publikací o edukacích. Důležité je především pacientům vysvětlit pozitivní vlivy pohybové aktivity, najít pro ně ideální PA, která je bude bavit, motivovat a bude dlouhodobě udržitelná. V České republice prozatím neexistuje ucelená brožura či literatura, která by mohla sloužit jako návod na PA pro pacienty s DM 2. typu.

Dosud máme k dispozici knihy o sportu, CD či edukační literaturu od renomovaných autorů, které jsou koncipovány obecně. Např. Rušavý, Lacigová, Jirkovská a další. Proto do budoucna na základě studií plánujeme vytvořit informační materiál na specifické skupiny nemocných s praktickými instrukcemi.

# ZÁVĚR

U jedinců s prediabetem i již rozvinutým onemocněním DM 2. typu je nezbytné věnovat pozornost adekvátnímu doporučení PA. Kromě probíhajících edukačních kurzů by měli pacienti získávat tato doporučení také od svých ošetřujících lékařů či v edukačních centrech. Bohužel informovanost lékařského personálu je v tomto ohledu minimální (**33**). Z výše uvedených doporučení je jasné, že pravidelná PA by měla být součástí nejen prevence, ale i komplexní léčby pacientů s DM 2. typu,

především z psychického, fyzického, ale i ekonomického hlediska. Pravidelná pohybová aktivita může oddálit nástup diabetu 2. typu, u stávajícího DM 2. typu může pomoci zlepšit kompenzaci, oddálit nástup přidružených komplikací, snížit morbiditu a mortalitu diabetiků a především snížit náklady na léčbu.

**Projekt je podpořen GAUK 546417, SVV260466, VZ 00023001**

| Seznam zkratek | |
|---|---|
| BMI | body mass index |
| DM | diabetes mellitus |
| DM 2 | diabetes mellitus 2. typu |
| ICHDK | ischemická choroba dolních končetin |
| IR | inzulinová rezistence |
| PA | pohybová aktivita |

**Tabulka 2:** Seznam zkratek

# LITERATURA


1. HALUZÍK, M. *Průvodce léčbou diabetu 2. typu pro internisty*. Praha: Mladá fronta, 2015.
2. SCHELLENBERG, E.S., DRYDEN, D.M., VANDERMEER, B. et al. Lifestyle interventions for patients with and at risk for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 159, 2013, s. 543–551.
3. JADHAV, R. A., HAZARI, A., MONTERIO A. et al., Effect of Physical Activity Intervention in Prediabetes: A Systematic Review With Meta-analysis. *Journal of Physical Activity and Health*, 14(9), 2017, s. 745-755.
4. SWINDELL, N., MACKINTOSH, K., MCNARRY, M. et al. Objectively Measured Physical Activity and Sedentary Time Are Associated With Cardiometabolic Risk Factors in Adults With Prediabetes: The PREVIEW Study. *Diabetes Care*, Nov 20, 2017.
5. LINDSTRÖM, J., PELTONEN, M., ERIKSSON, J. G. Et al. Improved lifestyle and decreased diabetes risk over 13 years: long-term follow-up of the randomised Finnish Diabetes Prevention Study (DPS). Diabetologia, 56(2), 2013, s. 284-293.
6. ŠKRHA, J. *Diabetologie*. Praha: Galén, c2009.
7. PASQUIER, F. Diabetes and cognitive impairment: how to evaluate the cognitive status?. *Diabetes & metabolism*. 36(Suppl 3), 2010, s.100-105.
8. RIPSIN, C.M., KANG, H. & URBAN, R.J. Managment of blood glucose in type 2 diabetes mellitus. *AmFamPhysician*. 79(1), 2009, s. 29-36.
9. CHEN, L, PEI, J.H., KUANG, J., et al. Effect of lifestyle intervention in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Metabolism*. *64,* 2015, s. 338–347.
10. LIN, X.,ZHANG, X.,GUO J., et al. Effects of exercise training on cardio respiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J AmHeartAssoc*4, 2015, s. 4.

11. COLBERG, S.R., SIGAL, J.R., YARDLEY, J.E. et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 39(11), 2016, s. 2065-2079.
12. VAŘEKOVÁ, J. & DAĎOVÁ, K. Pohybová aktivita a kognitivní funkce. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca,23*(4), 2014, s. 210–215.
13. FEJFAROVÁ, V., JIRKOVSKÁ, A., DRAGOMIRECKÁ, E. et al. Does the diabetic foot have a significant impact on selected psychological or social characteristics of patients with diabetes mellitus? *J Diabetes Res.* 2014.
14. BIESSELS, G. J. & REIJMER, Y. D. Brain ChangesUnderlyingCognitiveDysfunction in Diabetes: WhatCanWeLearnFrom MRI? *Diabetes*. 63(7), 2014, s. 2244-2252.
15. MOHEET, A., MANGIA, S. & SEAQUIST, E. R. Impact of diabetes on cognitive function and brain structure. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1353(1), 2015, s. 60-71.
16. CALLISAYA, M. & NOSAKA, K. Effects of Exercise on Type 2 Diabetes Mellitus-Related Cognitive Impairment and Dementia. *Journal of Alzheimer´sdisease.59*(2), 2017, s. 503-513.
17. COLBERG, S.R., SIGAL, R.J., FERNHALL, B. et al. American College of Sports Medicine; American Diabetes Association. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*. 33(12), 2010, s. 147–167.
18. UMPIERRE, D., RIBEIRO, P.A., KRAMER, C.K., et al.Physical activity advice only or structure dexercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 305, 2011, s.1790–1799.
19. MORRISON, S., COLBERG, S.R., MARIANO, M. et al. Balance training reduces falls risk in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 33, 2010; s. 748–750.
20. HERRIOT, M.T., COLBERG, S.R., PARSON, H.K. et al. Effects of 8 weeks of flexibility and resistance training in olderadultswith type 2 diabetes. *Diabetes Care.*27, 2004, s. 2988–2989.
21. WING, R.R., BOLIN, P., BRANCATI, F.L. et al. Look AHEAD Research Group Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2013;369:145–154.
22. American Diabetes Association Classification and diagnosis of diabetes. Sec. 2. In *Standards of Medical Care in Diabetes—2016. Diabetes Care.* 39(Suppl. 1), 2016, s. 13–22.
23. American Diabetes Association Cardiovascular disease and risk management. Sec. 8. In *Standards of Medical Care in Diabetes—2016. Diabetes Care*. 39(Suppl. 1), 2016, s. 60–71.
24. American Diabetes Association. Microvascular complications and foot care. Sec. 9. In *Standards of Medical Care in Diabetes—2016. Diabetes Care.* 39(Suppl. 1), 2016, s. 72–80.
25. McDERMOTT, M.M., ADES, P., GURALNIK, J.M., et al. Treadmill exercise and resistance training in patients with peripheral arterial disease with and without intermittent claudication: a randomized controlled trial. *JAMA.* 301,2009, s. 165–174.
26. PENA, K.E., STOPKA C.B., BARAK, S. et al. Effects of low-intensity exercise on patients with peripheral arterydisease. *Phys Sports med. 37,* 2009, s. 106–110.
27. BALDUCCI, S., IACOBELLIS, G., PARISI, L. et al. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J Diabetes Complications*. 20, 2006, s. 216-223.
28. LEMASTER, J.W., MUELLER, M.J., REIBER, G.E. et al. Effect of weight-bearing activity on footulcer incidence in people with diabetic peripheral neuropathy: feet first randomized controlled trial. Phys Ter. Nov. 88(11), 2008, s.1385-1398.
29. JINDRA, M., VĚCHTOVÁ, B. & BIELMEIEROVÁ, J. Základní principy a úskalí rehabilitace u diabetiků po amputaci. Vnitřní lékařství. Praha: Centrum preventivní kardiologie III. interní kliniky 1. LF UK a VFN Praha, 61(6), 2015, s. 604–608.

30. MARSHALL, C., STANSBY, G. Amputation and rehabilitation. Surgery. 2010, 28(6), 284- 287.
31. SOSNA, A. et al. Základy ortopedie. 1. vyd. Praha: Triton, 2001. 175 s.
32. KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009
33. DAĎOVÁ, K., RADVANSKÝ, J., PELÍŠKOVÁ, P. et al. Je preskripce pohybové aktivity aktivity součástí léčebně-preventivní péče civilizačních chorob? *Časopis lékařů českých.* 146(5), 2007, s. 503-507.
34. JIRKOVSKÁ, A., JIRKOVSKÁ, J., ČECHOVÁ, K., HAVLOVÁ, V. et al. *Skupinová edukace diabetiků. Jak na to*… Semily: GEUM, 2017

Adresa autorky:
**Eliška Vrátná**
Na Slatince 3279/3
106 00 Praha 10
E-mail: vratnae@gmail.com

# BIOMECHANICKÝ MODEL CHŮZE, BĚHU A SKOKU

# BIOMECHANICAL MODEL OF WALKING, RUNNING AND JUMPING

ČULÍK JAN

Czech Technical University in Prague, Faculty of Biomedical engineering
Sítná 3105, 272 01 Kladno, CZ

## ABSTRAKT

V článku autor zkoumá pohyb dolních končetin při chůzi, běhu a skoku člověka. Při chůzi nebo pomalém běhu se jedna končetina dotýká podloží a druhá se švihem přemísťuje do nové polohy. Rychlý běh je posloupnost skoků, při kterých jsou obě končetiny mimo kontakt s podložím. V prvé části je model chůze a pomalého běhu pacienta, který byl realizován na počítači. Účelem modelu je sledovat vliv různých sklonů schodiště, patologických změn délek dolních končetin a rychlosti pohybu na síly a momenty v kloubech dolních končetin. Určuje se sklon pánve a vliv na moment, kterým působí pánev na páteř. Článek studuje zákonitosti pohybu dolních končetin při pohybu po rovině, svahu a po schodech [**1**], [**2**], [**3**], [**4**], [**5**]. Jsou odvozeny výpočtové postupy pro polohu kloubů během přenášení váhy ze zadní dolní končetiny na přední a během švihu dolní končetiny do nové polohy. Podle navrženého velmi přesného matematického modelu byl na počítači sestaven simulační model v systému CDCSIS [**6**]. Pohyb probíhá při posunu o jeden krok (jeden schod) ve třech fázích – přenášení váhy na přední dolní končetinu, pohyb zadní dolní končetiny švihem do nové polohy a došlápnutí. Simulační program určuje v jednotlivých časových okamžicích polohy kloubů dolních končetin. Vypočtené hodnoty jsou použity pro animaci pohybu pacienta po schodech s různým sklonem. Určují se setrvačné síly a setrvačné momenty a z podmínek rovnováhy částí dolní končetin se určují síly a momenty v kloubech. Výpočet se provádí pro různé výšky schodu, resp. sklony svahu. Pro nulovou výšku schodu je modelována chůze po rovině. Dále se počítá pro zadané délky částí dolních končetin a tím se respektuje vliv patologického zkrácení některých částí dolní končetiny. Výpočet se opakuje pro různé rychlosti chůze. Výsledkem simulačních pokusů je určení momentů v kolenním kloubu podepřené dolní končetiny. Moment je přenášen dvojicí sil – tlak v kloubu a tah ve svalu. Tyto síly jsou značné, což způsobuje bolesti v kolenou u pacientů trpících artrózou. Úloha je řešena jako rovinná v sagitálních rovinách kyčelních kloubů. Sklon pánve a moment, kterým pánev otáčí páteří, se řeší v mediální rovině. V druhé části je řešen rychlý běh skládající se ze skoků. Skokan se odráží jednou DK a dopadá na druhou DK a následuje ihned další skok. Při skoku se obě DK nedotýkají podloží. V článku je matematický model odrazu, pohybu

během skoku a dopadu. Jsou určeny rychlosti a síly během odrazu a dopadu a parametry dráhy skoku. Model je doplněn tabulkami číselných výsledků. Výsledky budou použity pro výzkum poruch dolních končetin a páteře.

**Klíčová slova:** simulace chůze, simulace běhu, simulace skoku, nestejná délka dolních končetin, simulace chůze do schodů, osteoartróza

# ABSTRACT

The article searches the movement of the legs of walking, running and jumping patient. The walking and slow running is characteristic by one leg touching the ground and the other is in a swing. A fast run is a sequence of jumps in which both limbs are out of contact with the subsoil. The first part is the model of walking and slow running of the patient, which was implemented on the computer. The purpose of the model is to observe the effect of varying stairs slope, walk velocity and the effect of leg lengths on the forces and moments in the leg joints. It is determined pelvis tilt and moment exerted between the pelvis and spine. The results will be used for research spinal disorders. Furthermore, the article studies the walking up and down stairs [**1**] [**2**] [**3**] [**4**], [**5**]. They are searched calculation methods for joint position during shifting of the weight from the back foot to the front and when leg swings on to the next stair. The precise model on the computer was assembled in the system CDCSIS [**6**]. Movement takes place when moving one step in three phases - carrying weight on patient front leg, swinging the rear legs to the next step and grip feet on the stairs. The simulation program determines the positions of parts of the lower extremities at all time points. The calculated values are used to animate the movement of the patient by stairs with variable slope of stairs. Inertial forces and inertial torques is determined for the leg parts. The forces and moments at leg joints are determined from equilibrium conditions. The calculation is done for different height of the steps or slope. The walk on the level is modelled for zero step height. The calculation is performed for a specified length of the legs and thus it is respected the influence pathologic shortening some leg parts. The different walk velocities are respected. The simulation experiments were proved very big moments in the knee joint of the supported leg. The torque is carried by a pair of forces – pressure in the joint and drawn tension in the muscles, causing pain in the knees of patients suffering from osteoarthritis. The problem is solved as a planar in the sagital hip plane. Inclination of the pelvis and torque between the pelvis and the spine is searched in the media plane. In the second part of article is solved a fast running consisting of jumps. The jumper reflects by once leg and falls on the second leg. The first jump is followed by another jump immediately. When jumping, both legs do not touch the subsoil. The article is a mathematical model of reflection, motion during the jump and impact. The speeds and forces are determined during reflection and landing, and the parameters of the jump path. The model is supplemented by numeric results tables. The results will be used for the research of lower limb and spine disorders.

**Key words:** walk simulation, run simulation, jump simulation, simulation, different leg length, upstairs going simulation, osteoarthritis.

# ÚVOD

Článek zkoumá pohyb dolních končetin při chůzi, běhu a skoku člověka. Existují mechanické simulátory chůze po rovině i po schodech [**2**], [**3**]. V článku je sestaven podrobný matematický model chůze, běhu a skoku pacienta, který byl realizován na počítači. Účelem modelu je sledovat vliv rychlosti pohybu, změn délek dolních končetin na síly a momenty v kloubech dolních končetin a určit sklon pánve a moment, kterým působí pánev na páteř. Pro starší pacienty trpící artrózou činí potíže nejvíce chůze po schodech, proto je cílem článku též zkoumat, jak síly působící v kloubech dolních končetin závisí na parametrech schodiště. Model simuluje chůzi a běh po rovině, po svahu a schodech nahoru a dolu pro rozdílné délky dolních končetin. Dále je zkoumán pohyb a odraz při skoku. Simulační model na počítači byl sestaven pomocí systému CDCSIS [**6**]. Model uvažuje setrvačné síly a setrvačné momenty při pohybu. V kyčelním a kolenním kloubu jsou počítány ohybové momenty a síly během pohybu a zkoumá se vliv jednotlivých parametrů na velikosti těchto sil a momentů. Ohybové momenty přenášejí tahem svaly a tlakem klouby. Úloha je řešena jako rovinná v sagitálních rovinách kyčelních a kolenních kloubů. Model dále určuje v mediální rovině sklon pánve a moment mezi pánví a páteří.

# METODA ŘEŠENÍ

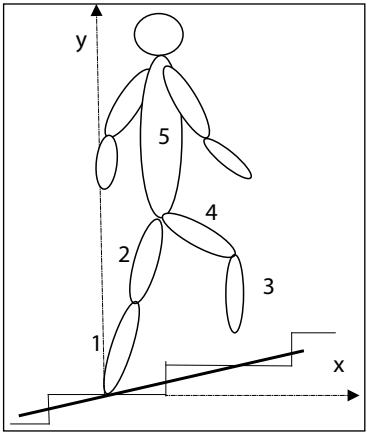
## Simulační model chůze a běhu

Budeme nyní sestavovat numerický model, podle kterého budeme na počítači simulovat chůzi, pomalý a rychlý běh. Za chůzi nebo pomalý běh budeme považovat případ, kdy se stále alespoň jedna noha dotýká země. Dále budeme modelovat skok a rychlý běh, tzn. případ, kdy obě nohy zároveň ztrácí kontakt s podložkou. Model bude platný pro zadané rychlosti po rovině, po svahu nebo po schodech. Model umožní též výpočet pro nestejně dlouhé dolní končetiny. Počítačový simulační program byl sestaven v systému CDCSIS (Combined Discrete Continious SImulation System) [**6**]. Nestejně dlouhé dolní končetiny se respektují speciálními hodnotami zadání.

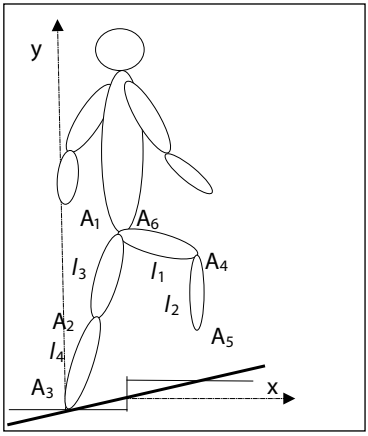
Pro chůzi nebo pomalý běh předpokládejme šířku schodu $c$, což je zároveň posun těžiště pacienta ve vodorovném směru během jednoho kroku. Vodorovný posun konce dolní končetiny ve švihu během jednoho kroku ve vodorovném směru je $2c$. Výšku schodu označíme $d$. Sklon schodiště nebo nakloněné roviny je

$$\mathrm{tg}\,\gamma = d/c. \tag{1}$$

Dány mohou být veličiny $d$, $c$, což bývá zadáváno při pohybu po schodech nebo $c$ a $\gamma$, což zadáváme při pohybu po svahu.




**Obr. 1.** Rozdělení těla na části.




**Obr. 2.** Sledované body na pacientovi.

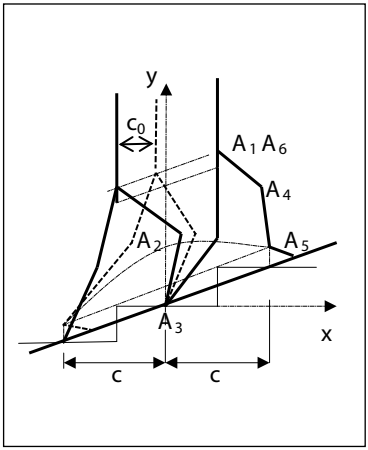
Podle **obr. 1** rozdělíme tělo pacienta na trup s hlavou a pažemi (těleso 5) na stehna (tělesa 2, 4) a na lýtka včetně chodidel (tělesa 1, 3). Na pohybujícím se pacientovi budeme sledovat body $A_1$ až $A_6$, kyčel, kolena a konce dolních končetin (viz **obr. 2**).

Pro chůzi nebo pomalý běh budeme vyšetřovat během jednoho kroku pohyb trupu pacienta v místech kyčelních kloubů (body $A_1$, $A_6$). Pro opřenou dolní končetinu v opěrném bodu ($A_3$) určíme polohu kolena (bod $A_2$) a pro dolní končetinu ve švihu polohu kolena (bod $A_4$) a konec končetiny (bod $A_5$), viz **obr. 2**. Souřadný systém volíme podle **obr. 3** s počátkem uprostřed schodu s osou *x* vodorovně vpravo a osou y svisle vzhůru. Vzdálenost mezi kyčlí a kolenním kloubem dolní končetiny je $l_1$ resp. $l_3$, kolenní kloub je od konce dolní končetiny vzdálen $l_2$ resp. $l_4$ (prvé hodnoty jsou pro dolní končetinu ve švihu a druhé pro dolní končetinu opřenou). Předpokládejme, že pohyb se skládá ze tří fází (viz **obr. 3**).

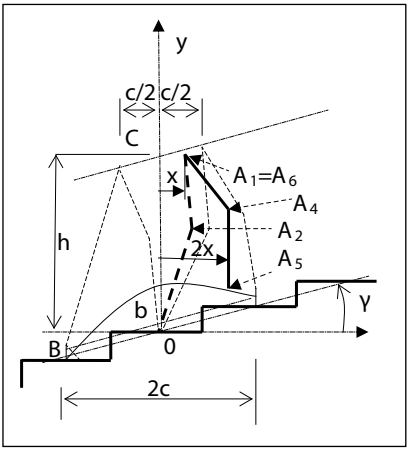
**Fáze 1:** Na počátku je těžiště trupu nad hranou schodu a konce dolních končetin jsou na dvou po sobě jdoucích schodech. Váha se přenáší na přední dolní končetinu, trup se posunuje rovnoběžně se sklonem schodiště – vodorovný posun $c_0$ a pata zadní dolní končetiny (bod $A_5$) se zdvíhá až o hodnotu *e*, špička zůstává na podložce, kyčel se pohybuje po přímce. Pohyb je znázorněn na **obr. 3** od plné do čárkované polohy končetiny. Při běhu se úsek přesunu těžiště $c_0$ zkracuje a fáze 2 nastává dříve.

**Fáze 2:** Přední dolní končetina zůstává ve styku s podložkou a konec zadní dolní končetiny (bod $A_5$) se švihem dostává dopředu do polohy, která je ve výši *e* nad středem dalšího schodu. Při švihu se bod $A_5$ pohybuje po parabole výšky *b* a délky 2*c*. Kyčelní kloub (bod $A_6$) se pohybuje po přímce. Při nestejné délce dolních končetin jsou kyčle v různé výši – body $A_1$, $A_6$. Pohyb je na **obr. 3** vyznačen od čárkované polohy do polohy vyznačené plnou čarou.

**Fáze 3:** Nyní přední dolní končetina dosedne na patu o svislý posun *e* a souřadnice kyčle $x_6$ se zvětší o $c/2 - c_0$.




**Obr. 3.** Tři fáze pohybu pacienta.




**Obr. 4.** Pohyb kyčle a kolena dolní končetiny ve švihu během kroku.

Při fázi 1 a 3 se obě dolní končetiny pacienta dotýkají podložky, proto budeme vyšetřovat síly pouze během fáze 2, při které jsou síly v kloubech extrémní. Vyšetřujme nejprve pohyb dolní končetiny během jednoho švihu. Pohyb během dalších kroků má algoritmus výpočtu analogický. Bod $A_6$ (kyčel dolní končetiny ve švihu) má souřadnice $x_6$, $y_6$. Bod $A_6$ se pohybuje po přímce (viz **obr. 4**). Předpokládejme pohyb rovnoměrný v čase. Souřadnice $x_6$, $y_6$ bodu $A_6$ se mění podle vztahu

$$x_6 = v_0\, t - c/2 + c_0, \tag{2}$$

$$y_6 = x_6.\mathrm{tg}\gamma + h\,, \tag{3}$$

kde $v_0$ je rychlost vodorovného pohybu, $t$ je čas a $h$ je souřadnice kyčle dle **obr. 4**. U nestejně dlouhých dolních končetin je $h$ poloha kyčle nohy ve švihu a pro podepřenou dolní končetinu dosadíme $h_1$ místo $h$. Při nestejně dlouhých končetinách se během kroků střídá algoritmus pro kratší nohu podepřenou a kratší nohu ve švihu.

Konec dolní končetiny ve švihu – bod $A_5$ má během pohybu souřadnice $x_5$, $y_5$ a pohybuje se po parabole. Rychlost pohybu není konstantní. Rychlost je na začátku pohybu nulová, uprostřed pohybu maximální a při došlapu opět nulová. Předpokládejme, že vodorovná složka rychlosti $v_{5x}$ se mění podle kvadratické funkce

$$v_{5x} = -6\frac{v_0}{T^2}t^2 + \frac{3}{2}v_0\,, \tag{4}$$

kde $v_0$ je průměrná rychlost chůze, $t$ je čas s nulovou hodnotou v počátku souřadnic podle **obr. 4** a $T$ je doba kroku a zároveň doba švihu dolní končetiny, $v_{5x}$ je pro začátek a konec švihu, tzn. pro

$t = -T/2$ a $t = T/2$ nulové a pro $t = 0$ (vrchol švihu) rovné $3/2v_0$. Integrací vztahu (4) určíme souřadnici $x_5$ a derivací vztahu (4) určíme vodorovné zrychlení $a_{5x}$ bodu $A_5$.

$$x_5 = \left(\frac{3}{2} - 2\frac{t^2}{T^2}\right)v_0 t, \tag{5}$$

$$a_{5x} = -12\frac{v_0}{T^2}t\,. \tag{6}$$

Souřadnice $y_5$ je pro pohyb po parabole

$$y_5 = b\left(1 - \frac{x_5^2}{c^2}\right) + x_5.tg\gamma + e, \tag{7}$$

kde $b$ je výška paraboly uprostřed (pohyb bodu $A_5$), $c$ je šířka schodu, $\gamma$ úhel sklonu a $e$ svislý posun při 1. a 3. fázi pohybu. Do vztahu (7) dosadíme (5) derivujeme a po úpravě dostaneme zrychlení v závislosti na čase

$$a_{5y} = \frac{bv_0^2}{c^2}\left(4{,}5 - 72\frac{t^2}{T^2} + 120\frac{t^4}{T^4}\right). \tag{8}$$

Hledejme nyní polohu kyčle. Pokud uvažujeme, že na začátku pohybu dolní končetiny ve švihu je dolní končetina natažená, tzn. má délku $l_1+l_2$, pak pro vzdálenost bodů $A_1$ a $A_5$ platí

$$l_1 + l_2 = \sqrt{c^2 + (h + d - e)^2}.$$

Odtud určíme

$$h = \sqrt{(l_1 + l_2)^2 - c^2} - d + e, \tag{9}$$

pro dolní končetinu ve švihu a obdobně pro podepřenou dolní končetinu

$$h_1 = \sqrt{(l_3 + l_4)^2 - c^2} - d + e\,, \tag{10}$$

kde $c$, $d$ je šířka a výška schodu, $e$ je výška zdvihu paty proti špičce nohy a $l_1$, $l_2$ resp. $l_3$, $l_4$ jsou délky stehna a lýtka pro dolní končetinu ve švihu resp. podepřenou dolní končetinu. Porovnáváním chování modelu a reálné chůze se ukazuje vhodné volit $h$ a $h_1$ asi o 5 až 10 cm menší.

Při pohybu po schodech je výšku *b* paraboly, po které se pohybuje bod $A_5$, nutné volit tak, aby se dolní končetina pohybovala nad hranou schodu. Parabola má v místě hrany schodu podle vztahu (7) souřadnici

$$y_5 = b\left(1 - \frac{c^2}{4c^2}\right) - \frac{c}{2}\frac{d}{c} + e = \frac{3}{4}b - \frac{d}{2} + e \geq 0 \Rightarrow b \geq \frac{2}{3}d - \frac{4}{3}e$$

Končetina se dotkne hrany schodu pro $y_5 = 0$. Volme $b = 10$ cm. Jestliže určíme *h* resp. $h_1$, jsou definovány tvary a polohy drah, po kterých se pohybují body $A_1$ a $A_5$ (viz **obr. 4**).

Nyní určíme polohu bodu $A_4(x_4, y_4)$, tzn. kolena dolní končetiny ve švihu. Souřadnice bodu $A_6$, $A_5$ jsou dány vzorci (2), (3), (5), (7). Vzdálenost *l* bodů $A_6$ a $A_5$ (viz **obr. 5**) je

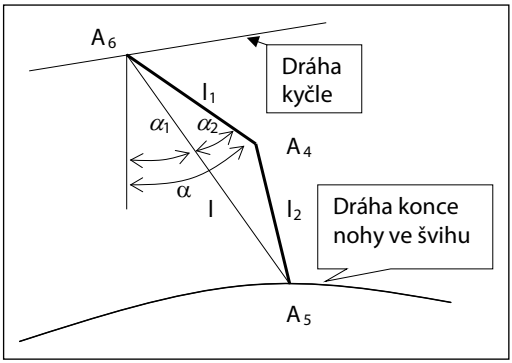
$$l = \sqrt{(x_5 - x_6)^2 + (y_5 - y_6)^2}\,.$$

Podle kosinové věty (viz **obr. 5**) určíme úhel $\alpha_2$

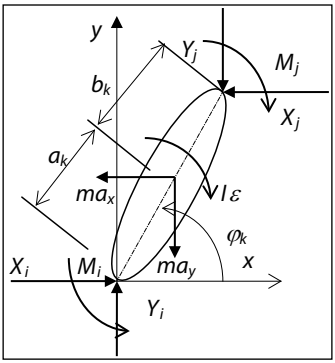
$$\cos\alpha_2 = \frac{l^2 + l_1^2 - l_2^2}{2 l_1 l}.$$

Do vztahu $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ dosadíme $\alpha_1$ vypočtené ze vztahu

$$tg\alpha_1 = \frac{x_5 - x_6}{y_6 - y_5}.$$




**Obr. 5.** Určení souřadnice bodu $A_4$.




**Obr. 6.** Podmínky rovnováhy části dolní končetiny.

Souřadnice bodu $A_4$ určíme ze vztahů

$$x_4 = l_1 \sin\alpha,$$
$$y_4 = h - l_1 \cos\alpha.$$

Algoritmus jsme použili pro určení polohy bodu $A_4$. Obdobně podle uvedeného algoritmu určíme polohu kolena podepřené dolní končetiny (bod $A_2$) stojící na schodu v počátku souřadnic. Kyčel této podepřené dolní končetiny je v bodě $A_1$ (viz čárkovaně na **obr. 4**). Polohy $A_1$ a $A_6$ se liší pro nestejně dlouhé dolní končetiny vlivem sklonu pánve. Bod $A_3$ je v počátku souřadnic. Algoritmy použijeme pro obě končetiny též pro 1. fázi pohybu (přenášení tíhy pacienta z dolní končetiny na spodním schodu na končetinu na horním schodu) a určíme obdobně polohy bodů $A_2$ a $A_4$.

Nyní určíme zrychlení pro jednotlivé body derivováním pohybových rovnic:

Bod $A_1$, obdobně bod $A_6$ (pohyb rovnoměrný):

$$a_{x1} = a_{x6} = 0,\ a_{y1} = a_{y6} = 0. \tag{11}$$

Pro bod $A_5$ jsou zrychlení dána vztahy (6) a (8). Zrychlení bodu $A_4$ (obdobně bodu $A_2$) je možné počítat numerickým derivováním ze souřadnic $x_4$, $y_4$ vypočítaných v časech $t_{i-1}$ až $t_{i+1}$ s časovým krokem $\Delta t$

$$\begin{aligned} a_{x4} &= \ddot{x}_4 \approx \frac{x_{4,i-1} - 2x_{4,i} + x_{4,i+1}}{\Delta t^2} \\ a_{y4} &= \ddot{y}_4 \approx \frac{y_{4,i-1} - 2y_{4,i} + y_{4,i+1}}{\Delta t^2} \end{aligned} . \tag{12}$$

Podmínky rovnováhy (součtová vodorovná, svislá a momentová) pro i-té těleso jsou podle **obr. 6**

$$\begin{aligned} &X_i - X_j - m_k a_{xk} = 0, \\ &Y_i - Y_j - m_k g - m_k a_{yk} = 0, \\ &\left(X_i a_k + X_j b_k\right)\sin\varphi_k - \left(Y_i a_k + Y_j b_k\right)\cos\varphi_k + M_i - M_j - I_k \varepsilon_k = 0, \end{aligned} \tag{13}$$

kde $I$ je hmotový moment setrvačnosti

$$\varepsilon_k = \left(a_{y,j}\, p_j - a_{y,i}\, p_i\right) I_k \cos\varphi_k - \left(a_{x,j}\, p_j - a_{x,i}\, p_i\right) I_k \sin_k,$$

kde $k$ je index tělesa a indexy $i$, $j$ označují dolní a horní koncový bod, $l_k$ je délka vyšetřované části, tzn. lýtkové resp. stehenní části dolní končetiny, $p_i$, $p_j$ jsou relativní polohy těžiště tělesa s indexem $k$,

$\varphi$ je úhel směru osy tělesa s osou *x*. Postupujeme-li od konce dolní končetiny ve švihu (zde mají koncové síly a koncový moment nulové hodnoty) postupně ke kyčli a pak pokračujeme po podepřené dolní končetině až k dotyku se schodem, pak v rovnicích (13), můžeme vždy z hodnot sil a momentu na jedné straně určit síly a moment na straně druhé.

V simulačním výpočtu na počítači byl přesun o jeden schod rozdělen na 10 časových úseků. Simulována byla jen fáze 2 (přesun dolní končetiny ve švihu). Při fázi 1 a 3 jsou obě dolní končetiny podepřené a síly a momenty v kloubech jsou podstatně menší. Postup simulace v jednom kroku pro dolní končetinu ve švihu byl následující:

1. Pro všechny časové okamžiky švihu dolní končetiny byly ze vzorců (2), (3), (5), (7) a pomocí výše popsaného algoritmu určeny souřadnice bodů $A_1$ až $A_6$.
2. V každém časovém okamžiku byla určena zrychlení bodů $A_1$ až $A_6$. Body $A_1$ a $A_5$ mají nulová zrychlení, ze vzorců (6) a (8) byla určena zrychlení bodu $A_5$, bod $A_3$ se nepohybuje. Výpočtu zrychlení bodů $A_2$ a $A_4$ se budeme věnovat v kapitole „Diskuse".
3. Řešením rovnic (13) určíme koncové síly a momenty postupně na končetině ve švihu a pak na podepřené končetině.

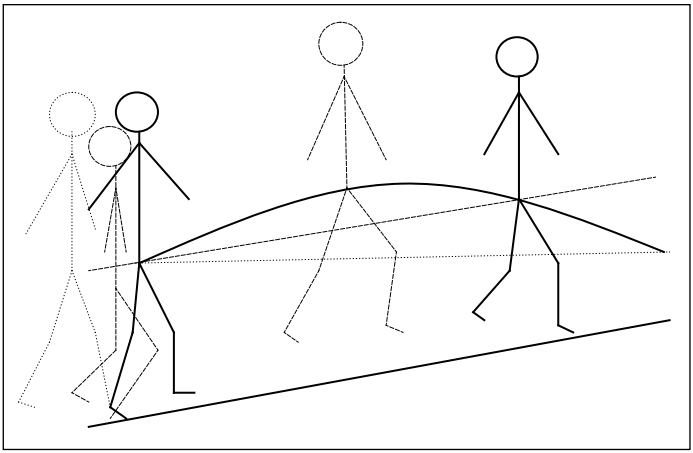
## Běh a skok

Při pomalejším běhu je obdobně jako při chůzi mimo kontakt s podložím pouze jedna noha. Algoritmus pomalého běhu je proto obdobný chůzi, pouze se zvyšuje průměrná rychlost pohybu $v_0$ a snižuje se poměr doby přesunu tíhy na přední nohu vzhledem k době švihu. Tři fáze pohybu uvedené v části „Simulační model chůze a běhu" platí i pro pomalý běh. Pomalý běh proto lze modelovat jako chůzi s parametry odpovídajícími běhu.

Při rychlém běhu je pohyb složen ze skoků, podepřená noha ztrácí kontakt s podložím ještě při švihu druhé nohy. Při chůzi podepřená noha přenáší do podloží pouze tíhu chodce. U běžce podepřená noha odrazem umožňuje skok. Model skoku je stejný pro jediný skok (skok daleký ve sportu) nebo soustavu skoků při rychlém běhu. Při jediném sportovním skoku do dálky sportovec dopadá na obě končetiny a částečně do sedu. Při po sobě jdoucích skocích se běžec odráží jednou končetinou a dopadá na druhou. Končetinou, na kterou dopadl, se pak znovu odráží. Skok lze rozdělit do těchto fází (viz **obr. 7**):

Běžec dopadá na špičku končetiny a pak na patu. Skrčením nohy eliminuje kinetickou energii dopadu, v končetině vzniká síla dopadu. Podle **obr. 7** přechod z polohy tečkované do polohy čárkované.

1. Běžec napřimuje odrazovou končetinu a zdvíhá patu z podložky, odrazová síla způsobí kinetickou energii odrazu – podle **obr. 7** přechod z polohy čárkované do polohy vyznačené plnou čarou.
2. Během skoku jsou obě končetiny mimo kontakt s podložím.
3. Následuje činnost podle bodu 1 na druhé dolní končetině.

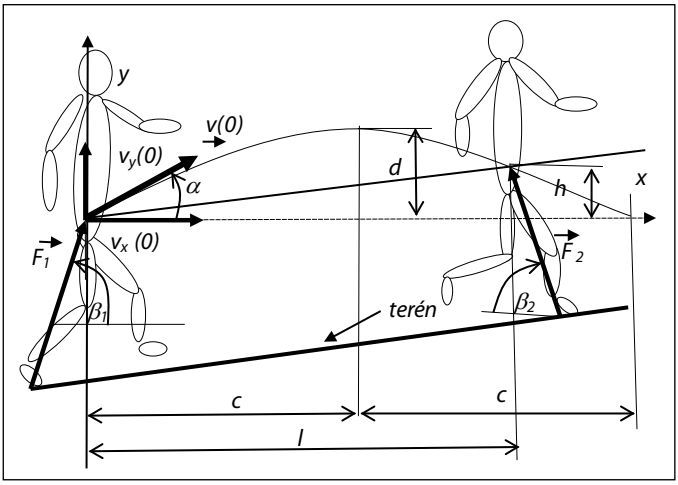


**Obr. 7.** Fáze skoku.

Skokan se odrazí od podložky silou $F$ pod úhlem $\beta_1$ (viz **obr. 8**). Dráha letu skokana má počáteční rychlost $v$ pod úhlem $\alpha$ (viz **obr. 8**). Před odrazem má skokan vodorovnou rychlost $v_0$. Odrazem silou $F_1$ pod úhlem $\beta_1$ získává navíc rychlost $v_\beta$ ve směru síly odrazu, tzn. během skoku má při zanedbání odporu vzduchu rychlost

$$v_x = v_0 + v_{1x} = v_0 + v_\beta \cos \beta_1, \tag{14}$$

$$v_y = v_{1y} - gt = v_\beta \sin \beta_1 - gt, \tag{15}$$




**Obr. 8.** Pohyb centra tíhy běžce při skoku.

kde $g$ = 9,81 ms$^{-2}$ je tíhové zrychlení. Souřadnice těžiště skokana během letu jsou integrály rychlosti

$$x = v_{xt} = (v_0 + v_{1y})t = (v_0 + v_\beta \cos \beta_1)t, \tag{16}$$

$$y = v_{1y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_\beta t \sin \beta_1 - \frac{1}{2}gt^2, \tag{17}$$

kde $t$ je čas s nulovou hodnotou v počátku souřadnic. Těžiště skokana se pohybuje po parabole s rovnicí

$$y = -\frac{d}{c^2}x^2 + \frac{2d}{c}x, \tag{18}$$

kde $c$, $d$ jsou parametry paraboly dle **obr. 8**. Sklon počáteční dráhy je

$$tg\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_\beta \sin \beta_1}{v_0 + v_\beta \cos \beta_1}. \tag{19}$$

Pro konec skoku platí podle (17)

$$y(T) \equiv v_\beta T \sin \beta_1 - \frac{1}{2}gT^2 = h. \tag{20}$$

Z kvadratické rovnice (20) určíme $T$ dobu skoku

$$T = \frac{v_\beta \sin \beta_1 + \sqrt{(v_\beta \sin \beta_1)^2 - 2gh}}{g}. \tag{21}$$

Pro vodorovný terén

$$\overline{T} = \frac{2v_\beta \sin \beta_1}{g}. \tag{22}$$

Místo dopadu (viz **obr. 8**)

$$l \equiv x(T) = (v_0 + v_\beta \cos \beta_1)T. \tag{23}$$

Místo s nulovou souřadnicí $y$ (místo dopadu na vodorovném terénu)

$$\overline{l} = x(T) = (v_0 + v_\beta \cos \beta)\frac{2v_\beta \sin \beta}{g} \tag{24}$$

Maximální souřadnice $y$ (nejvyšší poloha těžiště během skoku)

$$d = y\left(\frac{\overline{T}}{2}\right) = v_y \frac{v_y}{g} - \frac{1}{2} g \frac{v_y^2}{g^2} = \frac{v_y^2}{2g}. \tag{25}$$

Skokan se odráží silou, která roste od nuly do hodnoty $F_1$ pod úhlem $\beta_1$ (viz **obr. 9**). Síla působí na dráze $z_1$ se složkami $x_1$ a $e$ ve směru os $x$, $y$. Při odrazu se vykoná práce rovná kinetické energii odrazu. Síla odrazu roste od nulové hodnoty na počátku a nemá lineární průběh. Končetina se během odrazu napřimuje, a proto na konci odrazu se znovu opět blíží k nulové hodnotě. Pro jednoduchost výpočtu předpokládejme lineární průběh od nulové do maximální hodnoty.

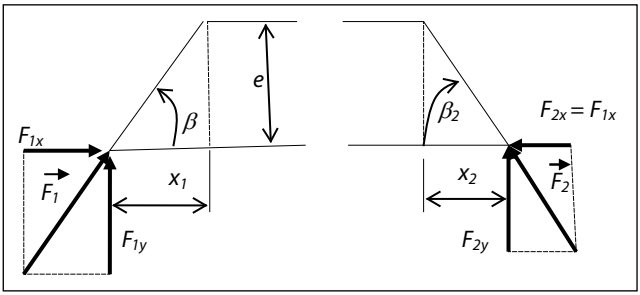
$$\frac{1}{2} F_{1x} x_1 = \frac{1}{2} m v_{1x}^2, \tag{26}$$

$$\frac{1}{2} F_{1y} e = \frac{1}{2} m v_{1y}^2, \tag{27}$$

kde $m$ je hmotnost skokana. Do vztahů (26), (27) dosadíme $x_1 = e/\mathrm{tg}\beta_1$, dále vztahy (14), (15) a po úpravě dostaneme

$$F_{1x} = \frac{m v_{1x}^2}{e\, tg\beta_1} = \frac{m(v_0 + v_\beta \cos\beta_1)^2}{e\, \mathrm{tg}\beta_1}, \tag{28}$$

$$F_{1y} = \frac{m v_{1y}^2}{e} = \frac{m(v_\beta \sin\beta_1)^2}{e}, \tag{29}$$




**Obr. 9.** Síla během odrazu a během dopadu.

**Úloha 1.** Jsou dány parametry odrazu $F_1$, $\beta_1$, $e$ (síla, úhel a výška odrazu) a úlohou je určit parametry dráhy skoku $l$, $d$, $T$ (délka, výška a doba skoku).

Z rovnic (26), (27) určíme rychlost odrazu

$$v_{1x} = \sqrt{\frac{F_{1x}x_1}{m}},$$

$$v_y = \sqrt{\frac{F_{1y}e}{m}}.$$

Z rovnice (22) určíme $\overline{T}$ dobu skoku na rovině a z rovnice (25) nebo z rovnic (21) a (23) dobu skoku $T$, délku skoku $l$ a výšku skoku $d$.

**Úloha 2.** Jsou dány parametry dráhy $l$, $h$, tg $\beta_1$, $e$ (viz **obr. 8**) a rychlost běhu před odrazem $v_0$. Úlohou je určit dobu skoku $T$ a sílu odrazu $F_1$, dále parametry síly dopadu $F_2$, $\beta_2$.

Pro rychlosti odrazu platí vztah

$$v_{1y} = \mathrm{tg}\,\beta_1\, v_{1x}. \tag{30}$$

Pro vodorovný terén ($l = 2c$) nebo, je-li dána poloha maxima dráhy $c$, dosadíme (22) do (14)

$$2c = (v_0 + v_{1x})\frac{2v_{1y}}{g},$$

po dosazení (30) a úpravě dostaneme kvadratickou rovnici pro $v_{1x}$

$$v_{1x}^2 + v_0 v_{1x} - \frac{cg}{tg\beta_1} = 0.$$

Řešením je

$$v_{1x} = -\frac{v_0}{2} + \sqrt{\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 + \frac{cg}{tg\beta}}.$$

Pro svažitý terén nebo sportovní skok daleký nebo s dopadem do jiné svislé polohy podle (16) a (20) a směru $\beta_1$ platí

$$v_{1y}T - \frac{1}{2}gT^2 = h, \tag{31}$$

$$(v_0 + v_{1x})T = l. \tag{32}$$

Dosadíme $T$ ze vztahu (32) a (30) do (31) a po úpravě dostaneme kvadratickou rovnici

$$v_{1x}^2(l\ tg\beta - h) + v_{1x}(lv_0 tg\beta - 2hv_0) - \frac{gl^2}{2} - h = 0\,,$$

Kde řešením je

$$v_{1x} = \frac{2hv_0 - tg\beta\, l + \sqrt{(lv_0 tg\beta - 2hv_0)^2 + 4(tg\beta - h)(\frac{gl^2}{2} + h)}}{2l\ tg\beta - h}\,.$$

Výsledek dosadíme do (30) a počáteční rychlosti $v_{1x}$, $v_{1y}$ do vzorců pro síly odrazu (28), (29).

Zbývá určit rychlosti dopadu a sílu dopadu. Rychlost $v_{2x} = v_{1x}$ a je dána vztahem (14), rychlost $v_{2y}$ je podle (15)

$$v_{2y} = v_{1y}T\sin\beta - \frac{1}{2}gT^2$$

Obdobně vztahům (30), (28) a (29) je

$$tg\beta_2 = -\frac{v_{2y}}{v_{2x}}\,,$$

$$F_{2x} = \frac{mv_x^2}{e\,tg\beta_2} = \frac{m(v_0 + v_{2x})^2}{e\,\mathrm{tg}\beta_2}\,, \tag{33}$$

$$F_{2y} = \frac{mv_{2y}^2}{e}\,. \tag{34}$$

Úvahu o vypočtených výsledcích uvedeme v části diskuze.

# DISKUZE

## Chůze a pomalý běh

Numericky počítaná zrychlení (druhé derivace polohy) podle vztahů (14) se ukázaly vzhledem k velmi malým diferencím souřadnic jako numericky nestabilní, volme proto postup numericky stabilnější. Simulační program určuje souřadnice $x$, $y$ kolenních kloubů, tzn. souřadnice změny souřadnic bodů $A_2$ a $A_4$ v časovém intervalu $t \in < 0; T >$, kde $T$ je doba švihu dolní končetiny $T = c/v$ ($c$ – šířka schodu, $v$ – rychlost pohybu). V **grafu 1** je na vodorovné ose čas $t$ ve vteřinách a na svislé ose souřadnice $x_2$, $y_2$, $x_4$, $y_4$ bodů $A_2$, $A_4$ v metrech pro chůzi po schodech se sklonem 2/3 a v **grafu 2** pro chůzi po rovině při rychlosti 1 m/s (v souřadném systému podle **obr. 4**).

Souřadnicemi bodů $A_2$, $A_4$ proložíme křivky a derivováním funkcí těchto křivek určíme přibližně zrychlení. Podle grafů 1 a 2 je zřejmé, že souřadnice *x* a *y* bodu $A_2$ se mění lineárně, proto zrychlení jako druhá derivace jsou nulové. Souřadnice *x* a obdobně souřadnice *y* bodu $A_4$ se v čase mění přibližně podle jedné šikmé půlvlny sinusovky, proto byly těmito body proloženy funkce

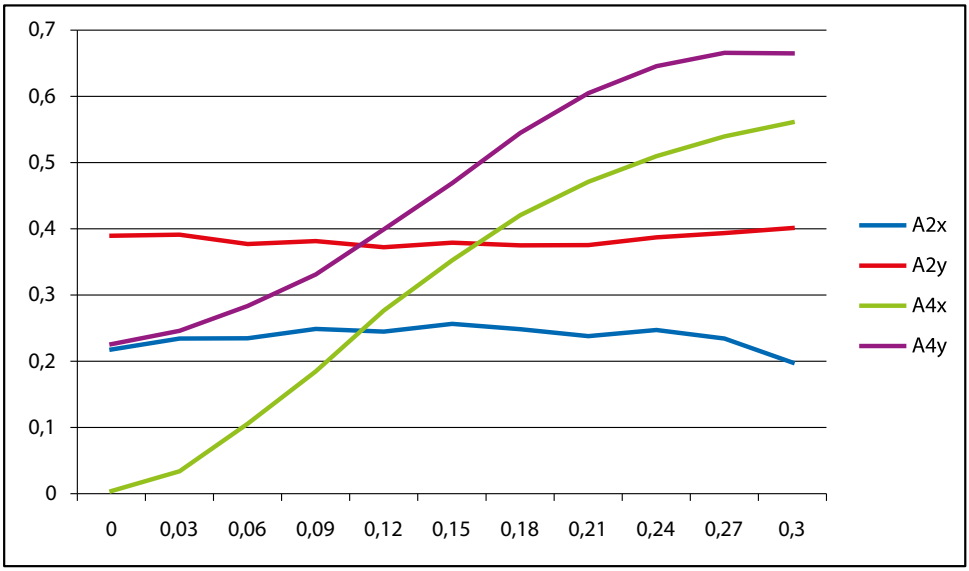
$$\begin{aligned} x_4 &= k_x \sin(\omega t) + k_1 \frac{t}{T} + k_2, \\ y_4 &= k_y \sin(\omega t) + k_3 \frac{t}{T} + k_4, \end{aligned} \qquad (35)$$

kde

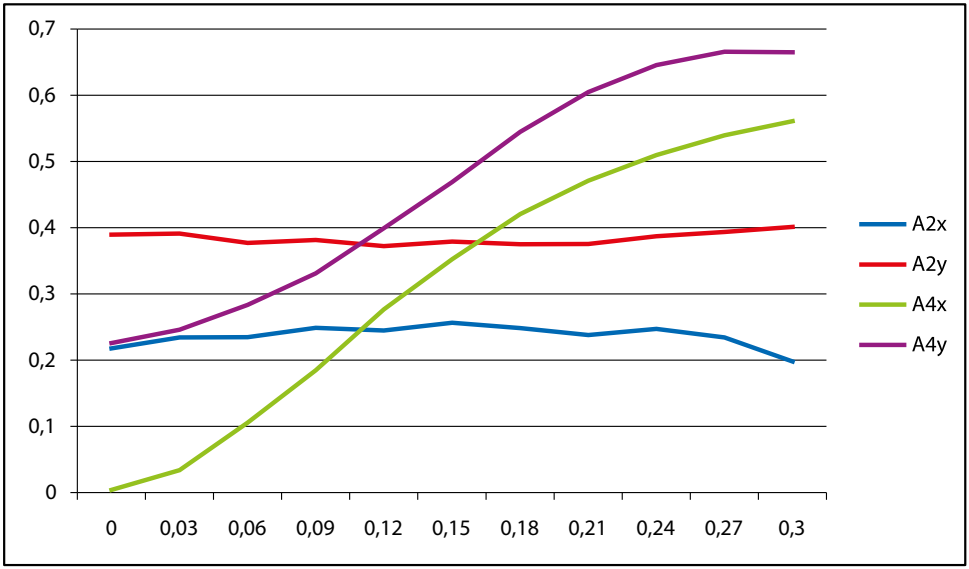
$$k_x = x_4\left(\frac{T}{2}\right) - \frac{x_4(0) + x_4(T)}{2},$$

$$k_y = y_4\left(\frac{T}{2}\right) - \frac{y_4(0) + y_4(T)}{2},$$

$$\omega = \frac{\pi}{T},$$




**Graf 1.** Souřadnice *x, y* (*m*) kolena podepřené dolní končetiny (bod $A_2$) a kolena dolní končetiny ve švihu (bod $A_4$) během jednoho kroku (čas ve vteřinách) při chůzi po schodech se sklonem 2/3.




**Graf 2.** Souřadnice *x, y* (*m*) kolena podepřené dolní končetiny (bod $A_2$) a kolena dolní končetiny ve švihu (bod $A_4$) během jednoho kroku (čas ve vteřinách) při chůzi po rovině.

konstanty $k_1$ až $k_4$ vystihují posun a sklon sinusovky. Tyto konstanty při derivování vymizí.

Zrychlení bodu $A_4$ ve směru osy *x* a *y* dostaneme jako druhou derivací vztahů (35).

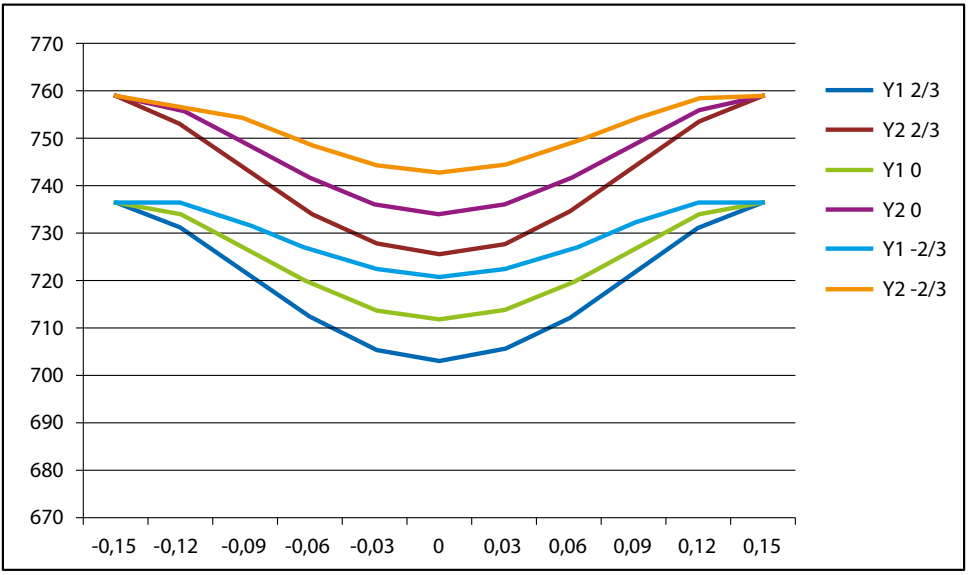
$$\begin{aligned} a_{x,4} &= \ddot{x} = -k_x\omega^2 \sin(\omega t), \\ a_{y,4} &= \ddot{y} = -k_y\omega^2 \sin(\omega t). \end{aligned} \tag{36}$$

Program na počítači byl sestaven obecně pro libovolné číselné zadání. Nyní uvedeme číselné výsledky výpočtů pro pacienta výšky 180 cm, hmotnosti 80 kg. Ostatní hodnoty (rozměry, hmotnosti a hmotové momenty částí těla) byly z těchto hodnot odvozeny. Schodiště bylo uvažováno pro šířku schodu 30 cm a výšky v cm 20, 15, 10, 5, 0, -5, -10, -15, -20. Rychlost pohybu ve vodorovném směru byla uvažována 1 m/s, tzn. 3,6 km/hod. Simulační program je možné použít i pro jiné parametry.

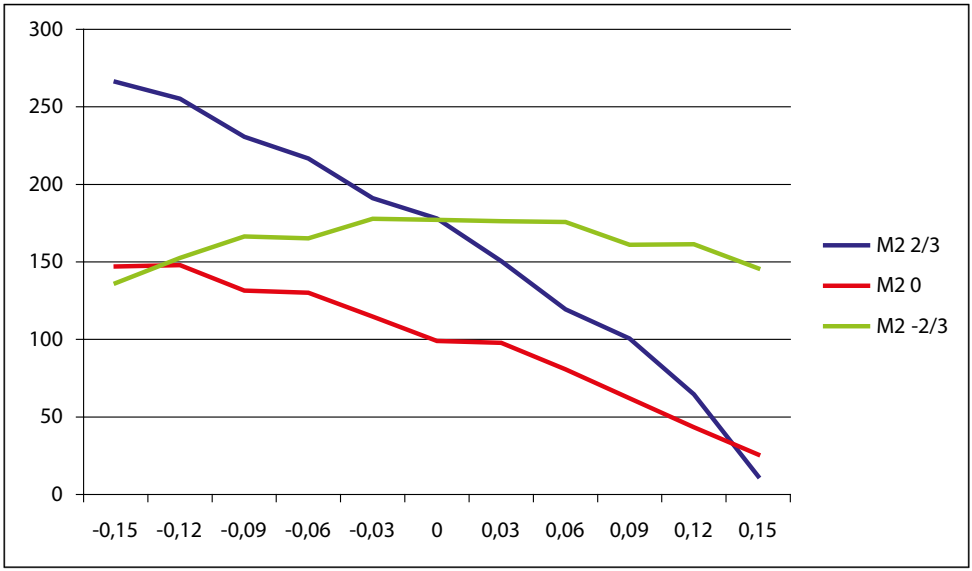
Síly a momenty v kloubech vycházejí podstatně větší pro podepřenou dolní končetinu než pro dolní končetinu ve švihu. Zrychlení jsou pro klouby podepřené dolní končetiny nulová, proto na podepřenou dolní končetinu nepůsobí setrvačné síly. Simulačním výpočtem byly pro podepřenou dolní končetinu zjištěny síly a momenty podobné s výpočtem podle principu statiky (výpočet za klidu). Pro dolní končetinu ve švihu se však vliv setrvačných sil projevuje, hodnoty pro dolní končetinu ve švihu jsou však podstatně menší ve srovnání s dolní končetinou podepřenou.

V **grafu 3** jsou svislé síly v kyčli a kolenním kloubu podepřené dolní končetiny během jednoho kroku a v **grafu 4** momenty pro koleno podepřené končetiny zjištěné simulačním modelem pro sklony schodiště 2/3, 0 a -2/3. Nejvíce je namáhané koleno dolní končetiny na počátku pohybu od spodního schodu. Maximální svislá síla v kolenním kloubu je 758,43 N. Vzhledem k tomu, že pacient hmotnosti 80 kg má tíhu 80 x 9,81 = 784,8 N, neliší se síla v kloubech příliš od sil v klidu. V **tabulce 1** jsou extrémní hodnoty momentů v kloubech dolních končetin pro různé sklony schodů. Extrémní hodnota ohybového momentu v koleně opřené dolní končetiny je 266,01 Nm pro sklon schodiště 2/3 vzhůru. Pro menší sklon se hodnota momentu postupně snižuje a minimální je pro chůzi po rovině. Při rostoucím sklonu dolu se opět zvyšuje. Moment v koleně je přenášen dvojicí sil, tzn. tahovou silou ve svalu při extenzi kolena a tlakovou silou v kloubu. Při vzájemném rameni sil 4 cm je velikost těchto sil 6650,25 N, sílu od momentu je nutné připočítat ke svislé síle v podepřeném koleně 758,93 N, tzn. celková síla je 7409,18 N, což je 9,7 krát více než od tíhy při stoji v klidu na jedné noze. Momenty v kyčli a v koleně dolní končetiny ve švihu jsou malé ve srovnání s momentem v koleně podepřené končetiny. Podle výsledků simulačního výpočtu lze konstatovat, že při chůzi do schodů vzniká u podepřené dolní končetiny značná síla ve svalu při extenzi kolena a tlaková síla v kolenním kloubu, což způsobuje bolesti pacientů trpících artrózou.

Byl vyšetřován vliv zkrácení nohou na síly a momenty v kloubech. Výpočet byl opakován pro zkrácení tibie podepřené dolní končetiny o 2 cm, 5 cm, 10 cm a obdobně pro zkrácení tibie dolní končetiny ve švihu. V **tabulce 2** jsou maximální hodnoty pro jednotlivá zkrácení končetin. Uvedené maximální




**Graf 3.** Svislé síly (N) v kyčli (bod $A_1$) a v kolenu (bod $A_2$) dolní končetiny ve švihu během jednoho kroku v <-0.15s; 0.15s> pro schodiště se sklony 2/3, 0 a -2/3.




**Graf 4.** Momenty (Nm) v kyčli, v kolenu dolní končetiny ve švihu během jednoho kroku v <-0.15s; 0.15s> pro schodiště se sklonem 2/3, 0 a -2/3.

hodnoty vznikají při chůzi do schodů se sklonem 2:3. Síly a momenty se při zkrácení podepřené dolní končetiny mírně zvyšují a při zkrácení dolní končetiny ve švihu mírně snižují.

Sklon pánve v mediální rovině je vzhledem k rovinnému modelu dán rozdílem délek dolních končetin. Moment pánve na páteř v mediální rovině je způsoben rozdílnými svislými silami v kyčelních kloubech. Při vzdálenosti kyčelních kloubů 25 cm v mediální rovině byl zjištěn maximální moment

| Výška schodu (cm) | Podepřené koleno (Nm) | Koleno ve švihu (Nm) | Kyčel (Nm) |
|---|---|---|---|
| 20 | 264,43 | 5,71 | 19,22 |
| 15 | 247,15 | 5,70 | 18,24 |
| 10 | 224,53 | 5,66 | 17,87 |
| 5 | 188,68 | 5,46 | 17,56 |
| 0 | 146,37 | 5,24 | 17,99 |
| -5 | 147,28 | 5,24 | 18,70 |
| -10 | 149,67 | 5,25 | 19,51 |
| -15 | 164,77 | 5,25 | 20,35 |
| -20 | 180,47 | 5,25 | 21,73 |

**Tabulka 1.** Extrémní ohybové momenty v kloubech při chůzi po schodech.

| Vliv zkrácení tibie | | | Stejná délka | Zkrácení podepřené dolní končetiny | | | Zkrácení dolní končetiny ve švihu | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2 cm | 5cm | 10cm | 2 cm | 5cm | 10cm |
| Síly | pod. | Koleno | 744,2 | 745,2 | 748,7 | 749,2 | 740,3 | 738,5 | 734,6 |
| | | Kyčel | 722,1 | 724,0 | 727,0 | 731,9 | 717,7 | 716,3 | 712,4 |
| | švih | Koleno | 28,2 | 28,2 | 28,2 | 28,2 | 26,1 | 25,1 | 22,0 |
| | | Kyčel | 81,6 | 81,6 | 81,6 | 81,6 | 77,2 | 75,5 | 72,0 |
| Momenty | sup. | Koleno | 262,1 | 262,2 | 262,8 | 262,0 | 262,0 | 262,0 | 262,0 |
| | | Kyčel | 19,6 | 19,6 | 19,6 | 19,6 | 17,7 | 17,1 | 12,9 |
| | švih | Koleno | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,3 | 4,7 | 3,8 |
| | | Kyčel | 19,6 | 19,6 | 19,6 | 19,6 | 17,7 | 17,1 | 12,9 |

**Tabulka 2.** Vliv zkrácení tibie podepřené dolní končetiny a dolní končetiny ve švihu na síly a momenty v kyčelním a kolenním kloubu.

působící na páteř v této rovině 104,13 Nm. Moment je maximální pro největší sklon do schodů, ale pro ostatní sklony se liší velmi nepatrně.

Výše uvedené hodnoty jsou pro rychlost chůze 1 m/s = 3,6 km/hod. Vliv rychlosti chůze je ukázán v **tab. 3**, kde je srovnání výsledků pro rychlost 1 m/s a 2 m/s.

Určeme nyní, jaká je vykoná práce ve fyzikálním smyslu během jednoho kroku (během jednoho švihu končetiny). Předpokládejme rychlost chůze $v$ = 1 m/s, tzn. končetina ve švihu se přesune do nové polohy za $T$ = 0,3 s. Podle principu akce a reakce jsou síly v kloubech vzájemně v rovnováze, proto vykonají nulovou práci $W_1$ = 0. Ohybové momenty v kloubech vykonají práci na pootočení v kloubu. Z hodnot určených simulací byla určena vykonaná práce

$$W_2 = \sum \int M d\varphi = 133{,}6 J$$

Výkon svalů je

$P = W_2/T$ = 133,6/0,3 = 445,3 wattů.

Pro rychlost 2 m/s vychází

$W_2$ = 144 J, P = 144/0,15 = 960 wattů.

| | Kyčel podepřené končetiny | | | Kyčel ve švihu | Koleno podepřené končetiny | | Koleno končetiny ve švihu | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | M | Y | Y | M | Y | M |
| 1 m/s | 28,40 | 736,74 | 17,71 | 96,31 | 758,93 | 266,01 | 46,32 | 7,79 |
| 2 m/s | 113,60 | 809,18 | 50,05 | 168,70 | 831,31 | 795,95 | 118,70 | 24,25 |

**Tabulka 3.** Vliv rychlosti chůze (1 m/s, 2 m/s), vodorovná síla *X*, svislá síla *Y* a moment *M*.

Výkon se zvětšil 2,15 krát.

## Rychlý běh, skok

Síla odrazu vzniká v dolní končetině postupným napřimováním z počátku skrčené dolní končetiny do natažené polohy. Síla nemá během odrazu lineární průběh, od nulové hodnoty na počátku se zvětšuje, ale na konci, kdy je končetina napřímená má opět nulovou hodnotu. Pro jednoduchost výpočtu byl uvažován lineární průběh od nuly do max. hodnoty. Na počátku odrazu se pata zvedá od podložky, protože je síla odrazu ještě nepatrná, je tento vliv na sílu odrazu zanedbán.

Určíme dále síly a momenty v kloubech dolní končetiny v okamžiku, kdy na ní skokan dopadne. Síla $F$ působí ve směru 1–2 (viz **obr. 9**). Dané jsou délky dolní končetiny $l_1$ (femur – délka od středu kyčelního kloubu ke středu kolena), $l_2$ (tibie – délka od středu kolenního kloubu ke středu kotníku) a $l3$ (délka od středu kotníku k těžišti bodu dotyku s podložkou). Natažená dolní končetina má délku $l_1 + l_2$. Při dopadu skokan zastaví dopad tím, že péruje dolní končetinou, na kterou dopadá, tzn. dolní končetina, která je v okamžiku doteku natažená, se postupně ohýbá. V okamžiku doteku pata dosedne na terén, síla je ještě nepatrná, proto tento vliv lze zanedbat. Dopad zastaví pohyb dolní končeny, sníží se vzdálenost mezi kyčelním kloubem a kotníkem z hodnoty $l_1 + l_2 - \Delta$ na hodnotu $l$.

$$l = l_1 + l_2 - \bar{e} - \Delta ,$$

kde $l_1$, $l_2$ jsou délky stehenní a lýtkové části končetiny, $\Delta$ je vliv počátečního prohnutí končetiny – končetina není na začátku zcela natažená (bylo voleno $\Delta$ = 5 cm), $\bar{e}$ je zkrácení vzdálenosti kyčle a kotníku vlivem dopadu,

$$\bar{e} = \sqrt{e_2^2 + x_2^2} .$$

Podle **obr. 9** určíme z kosinové věty úhel $\gamma$

$$\cos\alpha = \frac{l_1^2 + l^2 - l_2^2}{2 l_1 l}$$

| $D$ [m] | $v_{1y}$ [m/s] | $v_{1x}$ [m/s] | $v_0$ pro $l$ = 1 m | $v_0$ pro $l$ = 2 m | $F_x$ [N] | $F_y$ [N] | $F$ [N] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,10 | 0,70035 | 1,4007 | 2,80140 | 4,5524 | 392,39 | 784,78 | 877,41 |
| 0,15 | 0,85775 | 1,7155 | 2,00147 | 3,4287 | 588,59 | 1177,18 | 1316,13 |
| 0,20 | 0,99550 | 1,9910 | 1,46800 | 2,6978 | 792,82 | 1585,60 | 1772,76 |

**Tabulka 4.** Vliv výšky skoku $d$ (max. $y$ souřadnice polohy během skoku) na počáteční rychlost, závislost nutné rychlost před skokem $v_0$ na délku skoku na rovině. Nutná síla odrazu pro výšku odrazu $e$ = 0,2 m a délku odrazu $x_1$ = 0,1 m (svislý a vodorovný pohyb kyčle během odrazu).

a výšku $h$ v trojúhelníku na **obr. 9**

$$h = l_1 \sin \alpha. \tag{37}$$

Síla v dolní končetině při dopadu lineárně roste od nuly do hodnot podle (26), (27) kam dosadíme index 2. Určili jsme tak max. síly v kyčli, kolenu a kotníku ve směru souřadných os. Ze složek síly ve směru souřadných os určíme výslednou sílu, která působí ve směru kotník – kyčel.

$$F = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2}\,.$$

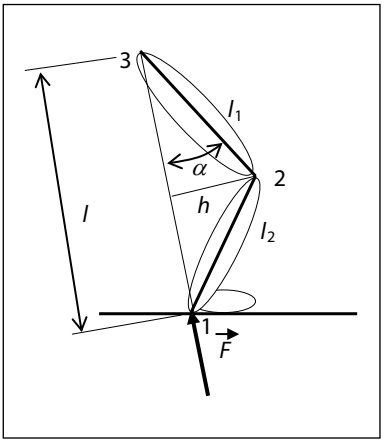
Moment v kyčli a kotníku je nulový, v koleně je

$$M_{\text{koleno}} = F.\,h,$$

kde $h$ je výška trojúhelníku dle (37), viz **obr. 10**.

Podle vzorců pro skok byly provedeny výpočty na rovinném terénu, pro různé délky skoku $l$ a pro různé výšky skoku $d$. Počítána byla nutná rychlost před skokem $v_0$, nutná počáteční rychlost odrazu $v_{1x}$, $v_{1y}$ a síly odrazu ve směru souřadných os $F_x$, $F_y$ a výsledná síla $F$. Byla uvažována výška skokana 1,8 m, hmotnost 80 kg, délky stehenní a lýtkové části $l_1$ = 0,45 m, $l_2$ = 0,45 m. Vypočtené hodnoty jsou uvedené v **tab. 4**.

Pro různé výšky skoku $d$ a jim odpovídající síly dopadu $F$ jsou v **tab. 5** vypočteny momenty v kolenním kloubu, $e$ je zkrácení vzdálenosti mezi kyčelním kloubem a kotníkem, $h$ je rameno síly dopadu vzhledem ke kolennímu kloubu pro výpočet momentu, což je výška trojúhelníku na **obr. 10**.




**Obr. 10.** Poloha dolní končetiny a působení síly při dopadu.

| $d$ [m] | $F$ [N] | $e$ [m] | $h$ [m] | $M$ [Nm] |
|---|---|---|---|---|
| 0,1 | 877,41 | 0,05 | 0,21178 | 185,82 |
| | | 0,1 | 0,25697 | 225,47 |
| | | 0,15 | 0,32898 | 288,65 |
| | | 0,2 | 0,35033 | 303,38 |
| 0,5 | 1316,13 | 0,05 | 0,21178 | 278,73 |
| | | 0,1 | 0,25697 | 338,21 |
| | | 0,15 | 0,32898 | 432,98 |
| | | 0,2 | 0,35033 | 461,08 |
| 0,2 | 1772,76 | 0,05 | 0,21178 | 375,48 |
| | | 0,1 | 0,25697 | 455,60 |
| | | 0,15 | 0,32898 | 583,27 |
| | | 0,2 | 0,35033 | 621,12 |

**Tabulka 5.** Maximální momenty v koleně při skoku na rovině, $d$ – výška oblouku skoku, $F$ – max. síla v kloubu, $e$ – výška pérování (napřímení) končetiny, $h$ – vzdálenost dle **obr. 9**.

# ZÁVĚR

Veškeré vztahy jsou odvozeny obecně bez ohledu na konkrétního pacienta. Do simulačního programu na počítači lze volit parametry určitého pacienta a provést výpočet speciálně pro něho.

V článku je odvození výpočtových postupů pro stanovení polohy kloubů v jednotlivých fázích pohybu. Tyto výpočtové postupy umožnily velmi přesnou animaci pohybu pacienta po schodech.

Vztahy uvedené v části rychlý běh platí pro běh skládající se ze shodných skoků při odrazu vždy z jedné dolní končetiny a dopadu na druhou. Mezi jednotlivými skoky je časový úsek, při kterém se těžiště skokana pohybuje dopředu, jedna končetina zůstává na místě a připravuje se pokrčením na odraz a druhá končetina pokračuje ve švihu. Např. po odrazu levou končetinou následuje skok a dopad na pravou končetinu, pravá končetina se pak připravuje na odraz a levá pokračuje ve švihu, po odrazu pravou končetinou následuje dopad na levou končetinu atd. Část běhu, kdy se jedna noha dotýká terénu, je nutné řešit podle vztahů pro chůzi (pomalý běh), ale síly jsou podstatně menší než při odrazu.

Uvedené vztahy je možné použít pro sportovní skok daleký. V tomto případě je skok jen jeden a dopad je na obě nohy, eventuálně do sedu. Místo dopadu těžiště skokana je níže než jeho místo odrazu. Vztahy pro sílu odrazu jsou použitelné, ale dopad by bylo nutno řešit podle stylu dopadu.

# LITERATURA


1. ČULÍK J. Síly v nosných kloubech při chůzi po schodech. Pohybové ústrojí 1,2 Lék. spol. J. E Purkyně, Spol. pro pojivové tkáně (2015)
2. Simulátor chůze do schodů. www.bs-sports.cz/vyhody-pouzivani-simulatoru-chuze-do-schodu/
3. Simulátor Stepper. www.sportvital.cz/sport/fitness/kardiofitness/stepper-co-je-to-a-k-cemu-slouzi/
4. Simulace chůze. http://www.kme.zcu.cz/granty/biofrvs/chuze.html
5. KOCKOVÁ H. Simulace chůze modelu člověka. Výpočtová mechanika 2003. ISBN 80-7082-999-0. Str. 199-202. Západočeská univerzita v Plzni (2004)
6. Simulační systém CDCSIS. Manuál. ČVUT, FBMI (2008)
7. STEPHEN M. PRIBUT, DP. Gait Biomechanics, http://www.drpribut.com/sports/spgait.html (2014)
8. KANNUS P, NIITTYMAKI S. Which factors predict outcome in the nonoperative treatment of patellofemoral pain syndrome? A prospective follow-up study. Med Sci Sports Exerc 1994;26:289-96.
9. KOH TJ, GRABINER MD, DE SWART RJ. In vivo tracking of the human patella. J Biomech 1992;25:637-43.
10. GRIFFIN TM, ROBERTS TJ, KRAM R. Metabolic cost of generating muscular force in human walking. J Appl Physiol 95: 172-183, 2003; 10.1152
11. KRAMER PJ: Patellar malalignment syndrome: Rationale to reduce excessive lateral pressure. J Orthop Sports Phys Ther 8:301-309, 1986.
12. MARSH RL, ELLERBY DJ, CARR, JA et. al. Partitioning the Energetics of Walking and Running: Swinging the Limbs Is Expensive. Science

13. MCPOIL TG, CORNWALL MW: Footwear and foot orthotic effectiveness research: A new approach. J Orthop Sports Phys Ther 21:337-344, 1995
14. ROBERTS, TJ, CHEN MS, TAYLOR CR: Energetics of bipedal running. II. Limb design and running mechanics. Journal of Experimental Biology, Vol 201, Issue 19 2753-2762
15. THELEN, D; CHUMANOV, E; HOERTH, D.; BEST, T.; SWANSON, S.; LI,L; YOUNG, M; HEIDERSCHEIT, B." Hamstring Muscle Kinematics during Treadmill Sprinting". Medicine & Science in Sports & Exercise. 37(1):108-114, January 2005.
16. WILLEMS PA, CAVAGNA, GA, HEGLUND NC: External, internal and total work in human locomotion. J. Exp. Biol., 198: 379-393. (1995)

Adresa autora:
**Prof. Ing. Jan Čulík, DrSc.**
E-mail: culik.j@upcmail.cz

# ŽIVOTNÍ JUBILEA
# ANNIVERSARIES

## Prof. MUDr. Josef Hyánek, DrSc. – osmdesát pět let

V roce 2018 oslaví své osmdesáté páté narozeniny náš milý a vážený kolega pan profesor MUDr. Josef Hyánek, DrSc.

Narodil se 27. 7. 1933 ve Velíkové u Zlína na Valašsku. Gymnasium navštěvoval ve Zlíně. V roce 1957 promoval na Fakultě dětského lékařství UK v Praze, atestace z pediatrie a klinické biochemie skládal v letech 1960–66. V roce 1973 na Fakultě všeobecného lékařství obhájil kandidátskou disertaci s tématikou dědičných poruch metabolismu aminokyselin. V roce 1980 habilitoval na docenta pro obor klinická biochemie a profesuru pro tento obor získal 1985 po obhajobě doktorské disertace

Profesor MUDr. Josef Hyánek, DrSc. – moderátor 22. Kubátových dnů (18. 3. 2017)

z biochemie (téma „Diferenciální diagnostika dědičných metabolických poruch v klinicko-biochemické laboratoři)“ na ČSAV v roce 1983.

Profesně působil jako sekundární a později samostatně pracující odborný lékař na dětském a infekčním oddělení nemocnice v Uherském Hradišti a později ve Fakultní nemocnici II v Praze. Od roku 1968 do 1984 pracoval jako odborný asistent a později docent Oddělení klinické biochemie FVL UK v Praze. Jako přednosta na stejném oddělení působil v letech 1984–1992, poté odešel a vedl nově otevřené Oddělení klinické biochemie, hematologie a imunologie Nemocnice Na Homolce. Působí zde dodnes.

Byl zakládajícím členem Čs. společnosti klinické biochemie a Čs. společnosti lékařské genetiky a dlouholetý člen jejich výborů, člen Čs. pediatrické společnosti, kde je aktivní v její Komisi pro prevenci aterosklerózy u dětí a adolescentů. Člen Society for Inborn Errors of Metabolism (Liverpool), IFCC (Washington), American Association for Clinical Chemistry (AACCH Washington), ISNS (Tokyo), Čs.a Evrop. společnost pro aterosklerózu; short term consultant of WHO (v letech 1983–1984); člen redakčních rad časopisů: Klin. Biochemie – Metabolismus, J. Inher. Metabol. Diseases, Screening, Pohybové ústrojí.

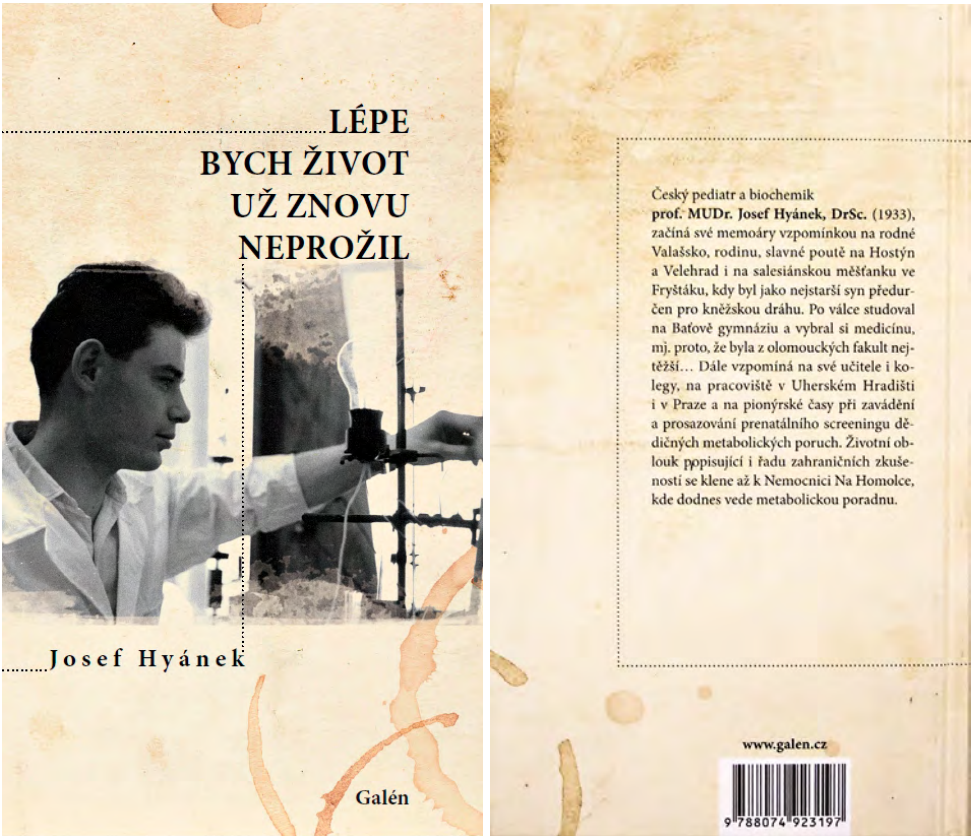
Vydal 2 knihy o dědičných metabolických poruchách (Vybrané kapitoly z dědičných metabolických poruch, Avicenum, 1975, Dědičné metabolické poruchy, Avicenum, 1990) a je spoluautorem 5 dalších odborných monografií. Jeho posledním knižním spisovatelským počinem je vlastní bibliografie – Lépe bych život už znovu neprožil, (Galén, 2017).

Uveřejnil v odborných lékařských časopisech více jak 200 publikací (s převažující tématikou dědičných metabolických poruch a laboratorních vyšetřovacích metod), přednesl více než 300 přednášek na domácím i zahraničním fóru.

Organizoval 19 národních a 6 mezinárodních symposií, kongresů a seminářů. Byl úspěšným řešitelem 12 grantových úkolů.

Odborný zájem v posledních letech věnuje primární prevenci kardiovaskulárních onemocnění u dětí, především hypercholesterolemií. Tato onemocnění se po zavedení povinného selektivního screeningu v naší rizikové dětské populaci stala velkým diferenciálně diagnostickým problémem. Dále se věnuje diferenciaci hyperhomocysteinemií, protože problematika hypomethylace, jejímž důsledkem hyperhomocysteinemie vznikají, získává stále více na významu ve spojení s nutrigenomikou hlavně v prevenci cévních a pojivových onemocnění. V posledních letech jako jeden z prvních upozornil na zvýšené riziko fatální embolizace u disponovaných dívek a mladých žen užívajících hormonální antikoncepci.

Vedení komise pro dědičné metabolické poruchy v ČR předal už svým mladším následovníkům, ponechal si jenom narůstající problematiku mateřské hyperfenylalaninemie. Byl zvolen předsedou Sdružení chronicky nemocných dětí v ČR.




Upozorňujeme na poutavou knihu (Galén 2017) nazvanou „Lépe bych život už znovu neprožil, kde pan profesor MUDr. Josef Hyánek, DrSc. vzpomíná a čtivě popisuje své životní příběhy.

Stále je žádaným, uznávaným i obávaným oponentem disertačních prací, členem nebo předsedou habilitačních komisí na lékařských i přírodovědeckých fakultách.

Rádi bychom uveřejněním tohoto krátkého neúplného přehledu činností poděkovali našemu milému kolegovi panu profesorovi Josefovi Hyánkovi za vše, co pro dětské a dospělé pacienty vykonal, za jeho rozsáhlou odbornou a vědeckou práci a přínos jeho osobnosti pro studenty, kolegy, českou medicínu, ale i za reprezentaci našeho státu v době minulé i současné.

Společnost pro pojivové tkáně ČLS JEP odměnila v letech minulých pana prof. MUDr. Josefa Hyánka, DrSc. za výsledky vědecké a pedagogické činnosti medailí Za zásluhy o rozvoj oboru a vědy (2013). Česká lékařská společnost J. E. Purkyně ocenila jeho celoživotní badatelské a pracovní úsilí Čestnou medailí (2013) a následně svým vyznamenáním nejvyšším – Zlatou pamětní medailí (7. 3. 2014). V roce 2015, v Den české státnosti – 28. září, byla našemu čestnému předsedovi Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP a spoluzakladateli odborného recenzovaného časopisu Pohybové ústrojí – pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii udělena Stříbrná pamětní medaile Senátu. Tato Pamětní medaile je symbolickým oceněním celoživotního díla osobností za jejich dlouhodobou činnost, píli a soustavnost, za zlepšení kvality života doma i v zahraničí a šíření dobrého jména Republiky. Taktéž byl 3x nominován na Purkyňovu cenu za podpory několika společností (pediatrické, biochemické, genetické a ortopedicko-protetické), ale cenu nezískal. Vždy se však umístil mezi navrženými kandidáty na jednom z předních míst.

Členové redakční rady časopisu „Pohybové ústrojí – pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii“ a členové výboru „Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP“ upřímně přejí milému panu profesorovi pevné zdraví, spokojenost v kruhu jeho rodiny a ještě mnoho dalších spokojených pacientů.

**prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.**
vedoucí redaktor časopisu „Pohybové ústrojí – pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii“
předseda „Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP“

členové redakční rady časopisu „Pohybové ústrojí“ a členové výboru „SPT ČLS JEP“

# ŽIVOTNÍ JUBILEA
# ANNIVERSARIES

## Prof. MUDr. Ctibor Povýšil, DrSc. – sedmdesát pět let

Profesor MUDr. Ctibor Povýšil, DrSc. (vpravo) a profesor MUDr. Ivo Mařík, CSc.

Prof. Povýšil se narodil 10. 3. 1943 v Praze, v rodině s význačnou sokolskou tradicí a v mládí sám úspěšně aktivně sportoval – patřil k republikové dorostenecké špičce ve sportovní gymnastice: Později však mezi jeho zájmy jednoznačně převládla medicína. Již za studia na FVL UK v Praze pracoval jako pomocná vědecká síla a potom jako asistent na Anatomickém ústavu. Po promoci v roce 1966 uvažoval, zda by se neměl věnovat klinickému oboru. Ve svém rozhodování byl jistě zčásti ovlivněn manželkou Vierou, také lékařkou, která začala pracovat na Ústavu patologické anatomie FDL UK v Praze. Posléze se rozhodl nastoupit jako sekundární lékař a po absolvování vojenské služby jako asistent na II. patologickoanatomickém ústavu FVL UK v Praze. Veden svou zásadovostí projevil v roce 1970 nesouhlas s okupací republiky, což mělo za následek časové komplikace v jeho profesním vývoji.

S manželkou Vierou vychoval dvě dcery, také lékařky.

## Odborná a výzkumná činnost

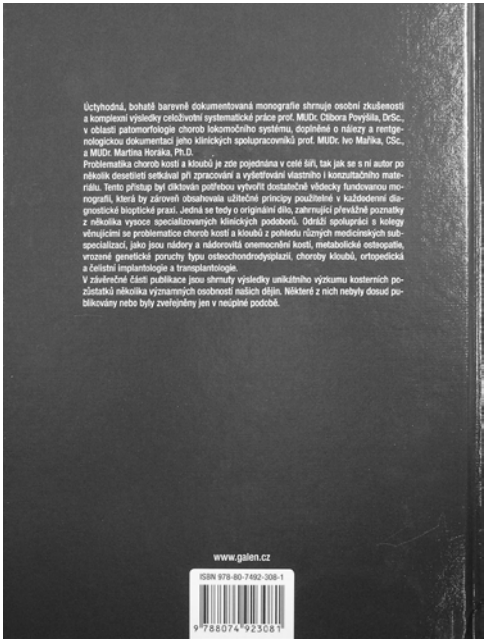
Prof. Povýšil pracoval po celý život na univerzitním Ústavu patologie 1LF UK a VFN v Praze v různých akademických funkcích jako vysokoškolský učitel, od roku 1990 jako vysokoškolský profesor. Od roku 1989 do roku 2000 vedl II. patologickoanatomický ústav. V roce 2000 byl pověřen spojením I. a II. Patologickoanatomického ústavu v jeden celek se sídlem v Hlavově ústavu na Albertově. Samozřejmě, že proces spojování se neobešel bez provedení řady organizačních změn, rekonstrukčních prací a modernizace provozu. Výuka mediků v rozsahu dvou paralelek přitom zůstala zachována. Ve funkci vedoucího Ústavu patologie 1. LF UK a VFN stál do roku 2012. Jako pedagog je proslulý zajímavými přednáškami, které jsou v hojné míře navštěvovány. Zasloužil se o vydání moderní celostátní dvoudílné učebnice patologie, jejímž je hlavním editorem.

Ve své odborné a vědecké činnosti se z počátku specializoval na problematiku některých onemocnění urogenitálního traktu, kde na základě svých experimentů na zvířatech jako první objasnil etiopatogenezi xantogranulomatozní pyelonefritidy a možnou účast ischémie při vzniku spermatických granulomů nadvarlete, což doložil ve svých originálních pracích publikovaných v USA. Své zkušenosti s chorobami urogenitálního traktu shrnul jako spoluautor monografie Nádory varlat a Onkourologie.

Později svoji pozornost zaměřil na problematiku chorob pohybového aparátu, kde se postupně stal expertem v oblasti nádorů kostí a měkkých tkání a to jak z hlediska diagnostiky tak i na základě výsledků v oblasti výzkumu, které prezentoval v zahraničí a shrnul ve svých monografiích. Jeho anglicky psaná monografie o ultrastruktuře nádorů kostí stejně jako originální články přinesly několik prioritních poznatků z oblasti Ewingova sarkomu, adamantinomu, plexiformního histiocytomu, chordomu a osifikující myozitidy. Poprvé popsal rabdoidní variantu adamantinomu, plexiformní fibrózní histiocytom, ultrastrukturu osifikujícího fibromu, světlobuněčný osteosarkom a parachordom v kostech a prokázal dlaždicobuněčnou metaplazii ve žlázkách synoviálního sarkomu. Ve své elektronmikroskopické studii poprvé prokázal myofibroblasty u osifikující pseudomaligní myositidy a tak se podařilo poukázat na význam myofibroblastů a možnou účast těchto buněk v osteoplastických procesech, což nebylo do té doby známo. Na základě svých výsledků se stal známým

i v zahraničí, přestože neměl možnost se z politických důvodů zúčastňovat zahraničních kongresů. Byl přizván mezi 12 expertů, kteří připravovali nové vydání mezinárodní Histologické klasifikace nádorů kostí pod hlavičkou Světové zdravotnické organizace v roce 1993. Musel však komunikovat s editorem tohoto vydání Prof. Schajowitzem pouze korespondenčně, neboť mu nebyl umožněn výjezd do zahraničí, a to ani na konečné zasedání této skupiny expertů v New Yorku. Neméně záslužná byla i jeho činnost na poli rutinní diagnostiky nádorových onemocnění pohybového aparátu. V uplynulém období konzultoval stovky případů s nádory kostí a měkkých tkání pro různá pracoviště patologie a ortopedie ČSSR a ČR.

Vedle nádorové problematiky se věnoval i problematice nenádorových onemocnění pohybového aparátu včetně metabolických osteopatií a vývojových osteodysplazií. Zavedl u nás do rutinní diagnostiky vyšetření neodvápněných vzorků kostí včetně vyšetření morfometrického pro potřeby diagnostiky metabolických osteopatií, především renální osteopatie u dialýzovaných nemocných, což kromě jiného dovoluje i rozpoznání tzv.. hliníkové osteopatie. Svých zkušeností v této oblasti mohl využít i jako člen týmu, který pod vedením prof. MUDr. Vlčka vyšetřoval kosterní ostatky významných osobností českých dějin jako byli král Václav IV, manželky a děti Karla IV., Ladislav Pohrobek, Jiřík z Poděbrad, B. Smetana, A. Valdštejn a další.



V této souvislosti stojí za zmínku, že se mu podařilo uzavřít zásadně významnou kapitolu našich dějin týkající se základního onemocnění a příčiny smrti krále Ladislava Pohrobka. Jak známo Jiřík z Poděbrad byl v této souvislosti některými historiky obviňován z královraždy. Anamnestické údaje i dochovaná fakta o klinickém nálezu z doby smrti tohoto panovníka stejně jako nález mnohočetných osteolytických ložisek na skeletu však svědčily proti takovýmto závěrům. Prof. C. Povýšil navíc při histopatologickém vyšetření vzorků ze skeletu prokázal výraznou demineralizaci kostní tkáně ve smyslu nálezů typických pro osteomalacii. Tento prioritní nález těžké osteomalacie spolu s osteolytickými defekty vedly k závěru, že panovník trpěl tzv. onkogenní osteomalacií, která se vyvinula v souvislosti se základním nádorovým onemocněním.

Další samostatnou kapitolou jeho výzkumných aktivit bylo objevení chrupavkových buněk obsahujících ve své cytoplazmě svazky myofilament, které jsou tvořeny vlákny hladkosvalového aktinu. V analogii s myofibroblasty vaziva zvolil pro tyto buňky, které nejprve popsal u chondroblastomu a chondromyxoidního fibromu kostí, termín myochondroblasty a myochondrocyty. Ukázalo se, že chrupavkové buňky exprimující aktin se též běžně vyskytují v artrotické chrupavce, při spontánním hojení defektů chrupavky a také v chrupavé tkáni vznikající po transplantaci autologních chondrocytů vázaných na některé nosiče používané k těmto účelům. Myochondrocyty se v nezměněné chrupavkové tkáni vyskytují jen v povrchových vrstvách kloubní chrupavky, ale naopak tvoří značnou část populace chondrocytů elastické chrupavky ucha, kde se pravděpodobně podílejí na zajištění elasticity této tkáně.

Prof. Povýšil věnoval rovněž nemalou pozornost tkáňovým změnám a možnostem jejich ovlivnění, které provázejí transplantace kloubních náhrad a vhojování zubních implantátů.

Celkově publikoval více než 200 vědeckých článků v našich i zahraničních časopisech a 15 monografiích, 6krát jako hlavní autor (Kostní nádory, Histopathology and ultrastructure of tumours and tumour-like lesions of bone, Atlas nádorů prsu, Nádory varlete, Histological typing of bone tumours, WHO, Patomorfologie chorob kostí a kloubů) a v devíti dílech byl spoluautorem (Nádory dětského věku, Onkourologie, Urologie I-III, Kostní choroba při nezvratném selhání ledvin (2x), Ledvinné selhání, Karcinom ledvin, Bronchogenní karcinom, Léčba metastatických nádorů ledvin, Atlas chorob na kostních preparátech). Jeho práce byly citovány více než 800krát v zahraničních časopisech a monografiích. Kromě toho je hlavním editorem moderních celostátních učebnic Speciální patologie a Obecné patologie

Jeho odborné články, učebnice a monografie byly opakovaně odměněny cenami odborných společností, vydavatelství Avicenum a Galén, Cenou Slovenské onkologické společnosti, Předsednictva České lékařské společnosti JEP, Hlávkovou cenou, cenou Rektora UK a cenou Ministra zdravotnictví. Unií pacientů byl jmenován Lékařem roku 2014 s celoživotním přínosem pro medicínu.

V rámci Společnosti českých patologů vykonával řadu let funkci místopředsedy a po dvě funkční období byl předsedou. Byl také členem předsednictva České lékařské společnosti JEP. Zasloužil se o obnovení vyšetřování gynekologických cytologií na pracovištích patologie a jako vedoucí Katedry patologie zmodernizoval postgraduální přípravu patologů. Podílel se na přípravě většiny patologů

do 50 let, kteří dnes pracují na všech pracovištích ČR. Pravidelně zajišťoval s pracovníky svého ústavu odborný program pro Spolek lékařů českých.

Dosud je členem redakčních rad odborných časopisů Pohybové ústrojí, Česko-slovenská patologie, (dříve také Pathology – Practice and Research.).

Osobně si velmi vážím více než 30leté spolupráce s jubilantem na poli odborném, kde bych rád vyzdvihl další koníček prof. Povýšila, a to morfologickou diagnostiku kostních dysplazií. Tuto problematiku zařadil v posledních letech i do doškolovacích kurzů IPVZ pro lékaře patology, kde jsem měl příležitost opakovaně vystoupit se svými klinickými zkušenostmi. V této oblasti prof. Povýšil přispěl např. k prioritnímu popisu patognomonického obrazu histologického, histochemického a elektronmikroskopického v růstových chrupavkách dětí s diastrofickou dysplazií, metatropickou dysplazií, spondylometafyzární dysplazií – typ Kozlowski, synoviálních změn u pacientů s pachydermoperiostózou aj. Popsal tzv. „bundle bone" v kostních regenerátech prodlužovaných dlouhých kostí a ve vzorcích získaných při ortopedickém operačním léčení částečných aplazií končetin. Významné bylo i jeho precisní kvantitativní histomorfometrické vyšetření skupiny dětí s osteogenesis imperfecta léčených kalcitoninem, kde byl studován objem trabekulární kosti, objem osteoidní tkáně a šířka kortikalis.

Výsledkem naší spolupráce je i společná kapitola: Mařík I, Maříková A, Povýšil C. Kostní genetické choroby v recentní monografii Ctibor Povýšil et al. Patomorfologie chorob kostí a kloubů, Galén, 2017: s. 25–101 (ISBN 978-80-7492-308-1).

Rád bych upozornil i na skutečnost, že prof. Povýšil byl jedním ze zřizovatelů a členů organizačního výboru „Nadace pro děti s vadami pohybového aparátu" v letech 1991–1993. V roce 1994 byl též iniciátorem vzniku nového mezioborového časopisu „Pohybové ústrojí – pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii" a je aktivním členem redakční rady dodnes.

Při příležitosti Tvého 75letého životního jubilea Ti, milý Ctibore, přeji jménem členů výboru *Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP* a jménem členů redakční rady časopisu *Pohybové ústrojí – pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii*, a osobně především dobré zdraví, spokojenost v kruhu rodiny, mnoho radostí z vnuka a dvou vnuček a ještě mnoho dalších úspěchů ve vědecké práci a při výchově další generace lékařů.

Výbor České lékařské společnosti J.E. Purkyně schválil náš návrh na ocenění Tvé celoživotní vědecko-pedagogické práce a uděluji Ti Zlatou pamětní medaili, kterou Ti předá předseda Prof. MUDr. Štěpán Svačina, DrSc.

**prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.**
předseda Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP z.s.
vedoucí redaktor časopisu Pohybové ústrojí – pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii

# INFORMACE O SPOLEČNOSTI PRO POJIVOVÉ TKÁNĚ ČLS J. E. PURKYNĚ (SPT)

Vážená paní kolegyně, vážený pane kolego,

dovolujeme si Vás informovat o možnosti stát se členem **Společnosti pro pojivové tkáně** (SPT), která v roce 2004 navázala na plodnou desetiletou činnost Společnosti pro výzkum a využití pojivových tkání vedenou panem prof. MUDr. M. Adamem, DrSc. Posláním SPT je podpora rozvoje výzkumu pojivových tkání, šíření nových poznatků týkajících se všestranných analýz tkání z obecného pohledu, moderních klinických přístupů k diagnostice a léčbě. Dalším posláním SPT je usnadnění styků mezi jednotlivými odborníky navázáním spolupráce s různými vědeckými, odbornými, výrobními a farmaceutickými společnostmi.
Vědecké poznání a aplikace nejnovějších poznatků v klinické praxi nabyly v posledních letech nebývalého zrychlení, a to nejenom v zahraničí, ale i u nás. Tato skutečnost bezprostředně souvisí s kvalitativním rozvojem poznání i v nebiologických vědách a v moderních inženýrských přístupech. Stále více se prokazuje, že vše se vším souvisí – není náhodou, že nové poznatky a objevy vznikají na rozhraní oborů a různých vědních disciplin. Lidská společnost v posledních desetiletích dosáhla nové civilizační kvality – ve vědě a v jejich aplikacích zcela jistě, avšak v morálce a etice ne tak příliš. Biomedicína je v současné době rozsáhlou interdisciplinární vědou, která bez kooperace s jinými vědními obory by byla odsouzena ke stagnaci. Proto cílem SPT je nejenom integrovat odborníky v biomedicíně, ale i v technických sférách.
Prioritní snahou SPT je presentovat odborné veřejnosti a specialistům v klinické praxi nejnovější poznatky v oblasti pojivových tkání. SPT je i společenskou organizací klinických pracovníků, vědců, pedagogů, která si klade za cíl společensky sblížit nejenom pracovníky v aktivní službě, ale i kolegyně a kolegy v důchodovém věku a v neposlední řadě i studenty a mladé doktorandy z vysokých škol, universit a akademických ústavů.
SPT organizuje během každého roku alespoň dvě odborná a společenská setkání, kde vedle odborných přínosů je kladen důraz také na společenské – přátelské diskuse všech vás, kteří nechtějí stagnovat a kteří nechtějí přemýšlet o nových poznatcích izolovaně a osamoceně.
Pro uhrazení nejzákladnějších nákladů na korespondenci se členy společnosti, jejich informovanost a pořádání odborných kolokvií, symposií a společenských odborných setkání byl stanoven **roční členský příspěvek pro aktivní kolegyně a kolegy 200 Kč** a **pro studenty a důchodce 100 Kč.**
SPT vydává časopis Pohybové ústrojí – pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii, do kterého se i vy můžete aktivně zapojit odbornými články, vašimi zkušenostmi a slunečnou pohodou. **Pro současné odběratele časopisu PU a další zajemce doporučujeme přihlásit se na http://www.pojivo.cz/en/newsletter/, zadat jméno a e-mailovou adresu, na kterou bude časopis posílán. Na webové doméně SPT ČLS JEP http://www.pojivo.cz/cz/pohybove-ustroji/ naleznete ve formátu PDF všechna jednotlivá čísla a dvojčísla časopisu (včetně Suplement) vydaná od roku 1997 (bezplatný přístup).**
Milí kolegové, nestůjte opodál a připojte se k české inteligenci – v oblasti pojivových tkání, ke které i Vy zcela jistě patříte. V naší krásné české zemi je třeba, aby prameny poznání byly stále živé a permanentně udržované. Poslání každého z nás není náhodné. Jsme velice zavázáni našim předkům, kteří rozvíjeli kvalitu odbornosti v naší zemi. Nepřipusťme útlum vědy u nás. Nenechme se zmanipulovat programovanou lhostejností, vyrůstající z neodbornosti, závisti a z patologického prosazování ekonomicko-mocenských zájmů.

Těšíme se na Vás a na Vaše zkušenosti – přijďte mezi nás!

**Za výbor společnosti:**
**Prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.** – předseda
**Prof. MUDr. Josef Hyánek, DrSc.** – čestný předseda
**Prof. Ing. Miroslav Petrtýl, DrSc.** – místopředseda
**RNDr. Martin Braun, PhD** – vědecký sekretář
**Ing. Jana Zelenková** – pokladník

# PŘIHLÁŠKA

řádného člena

## Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP

**Příjmení** ..... **Jméno** .....

**Titul(y)** .....

**Datum narození** ..... **Rodné číslo** .....

**Adresa pracoviště** .....

..... **PSČ** ☐☐☐ ☐☐

**Telefon** ..... **Fax** .....

**Adresa bydliště** .....

..... **PSČ** ☐☐☐ ☐☐

**Telefon** ..... **Mobil** .....

**E-mail** .....

**Přihlašuji se za řádného člena Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP (odborná společnost 1200) a souhlasím s posláním a cíli České lékařské společnosti J. E. Purkyně.**

**Datum** ..... **Podpis** .....

Stanovisko organizační složky:

**Přijat dne** ..... **Podpis** .....

Přihlášku do společnosti doručte na adresu:

**Společnost pro pojivové tkáně ČLS JEP, Olšanská 7,**
**130 00 Praha 3, ČR, tel./fax: 222 582 214, e-mail: ambul_centrum@volny.cz**

Informace uvedené na tomto formuláři jsou přísně důvěrné a nebudou poskytnuty žádné další osobě ani organizaci.

# INFORMATION ABOUT SOCIETY FOR CONNECTIVE TISSUES CMA J. E. PURKYNĚ (SCT)

Dear Sir/Madam, dear Colleagues,

We have great pleasure to inform you about the possibility of joining the **Society for Connective Tissues** (SCT) that was established in 2004 in order to continue the ten-year fruitful activities of the Society for Research and Use of Connective Tissue headed by Professor M. Adam, MD, DSc. The activities of the SCT are aimed at supporting the research development in the field of connective tissues, the dissemination of knowledge related to the all-purpose analyses of the tissues in general, and the application of the up-to-date approaches to the diagnostics and clinical practice. Further, the SCT is determined to facilitate contacts between the respective specialists by means of collaboration with various research, professional, production and pharmaceutical companies.

In the last few years, the scientific knowledge and the application of the latest findings in the clinical practice have accelerated on an unprecedented scale, not only abroad, but also in this country. This fact is closely connected with the qualitative development of the knowledge in the non-biological sciences and in the up-to-date engineering approaches. The fact that all things are mutually connected is becoming more and more evident. It is fairly obvious that the new knowledge and discoveries arise on the dividing line between the different fields and disciplines of science. In the last few decades, the human society has reached the new qualities of civilization. This applies, in particular, for the disciplines of science and their applications; however, this statement can hardly be used with reference to the moral and ethical aspects of the human lives. At present, the biomedical science is a wide-ranging interdisciplinary science which, in case of lack of cooperation with other scientific disciplines, would be condemned to stagnation. That is the reason why the SCT is aimed at integrating the specialists both within the biomedical science and within the engineering fields.

The priority objective of the SCT is to present the professional public and specialists involved in the clinical practice with the latest knowledge in the field of connective tissues. The SCT is also a civic society whose aim is to bring people close together by joining members of the clinical staff, researchers and teachers including the retired ex-colleagues and, last but not least, the undergraduates and PhD students from universities and academic establishments.

The SCT is planning to organize at least two professional and social meetings each year. Beside the professional contribution of these meetings, emphasis will be laid on social activities – informal discussions of all those who do not want to stagnate and who do not want to acquire the new knowledge in solitary confinement.

**The annual membership fee is 200 Czech crowns for full workers, and 100 Czech crowns for students and pensioners.** This membership fee shall be used to cover the basic costs on correspondence with the members of the Society in order to inform them about organizing colloquiums, symposiums and social meetings.

The SCT is also engaged in publishing of the interdisciplinary journal entitled Locomotor System – Advances in Research, Diagnostics and Therapy. You are invited to contribute to the journal writing professional articles, exchanging experience or, simply sharing your opinions. **You can find the volumes of Locomotor System journal at http://www.pojivo.cz/cz/pohybove-ustroji/ since 1997 (free of charge). Since 2013 only electronic edition of the journal is available. That is why we recommend to all subscribers and those interested apply at http://www.pojivo.cz/en/newsletter, enter personal data, titles and e-mail address where the journal will be mailed**

**Dear Colleagues, do not stand aside (suffering from terrible lack of time) and join the professional people in the field of connective tissues to whom you undoubtedly belong. In this beautiful country, the sources of knowledge should be kept alive and maintained permanently. Our role in this process is not accidental.**

**We are much obliged to our ancestors who had developed the qualities of proficiency in this country. Do not allow the decline of science. Do not let the programmed indifference arising from lack of professionalism, enviousness, and pathological promotion of economic and power interests manipulate us.**

**We are looking forward to meeting you. We will be pleased if you join us and share your experience with us.**

**On behalf of the committee of the Society for connective tissues:**

**Professor Ivo Marik, MD, PhD** – chairman
**Professor Josef Hyánek, MD, DSc** – honorary chairman
**Professor Miroslav Petrtýl, MSc, DSc** – vice-chairman
**Braun Martin, Dr, PhD** – research secretary
**Zelenková Jana, Eng** – treasurer


centrum technické ortopedie

**VÝROBA, SERVIS A PRODEJ ORTOPEDICKO-PROTETICKÝCH POMŮCEK**

- protézy dolních a horních končetin
- končetinové a trupové ortézy
- měkké bandáže
- ortopedická a dia obuv
- ortopedické vložky
- ortopedické úpravy obuvi

Provozní doba
Po: 7.00 - 15.00
Út: 7.00 - 15.00
St: 7.00 - 16.00
Čt: 7.00 - 15.00
Pá: 7.00 - 14.00

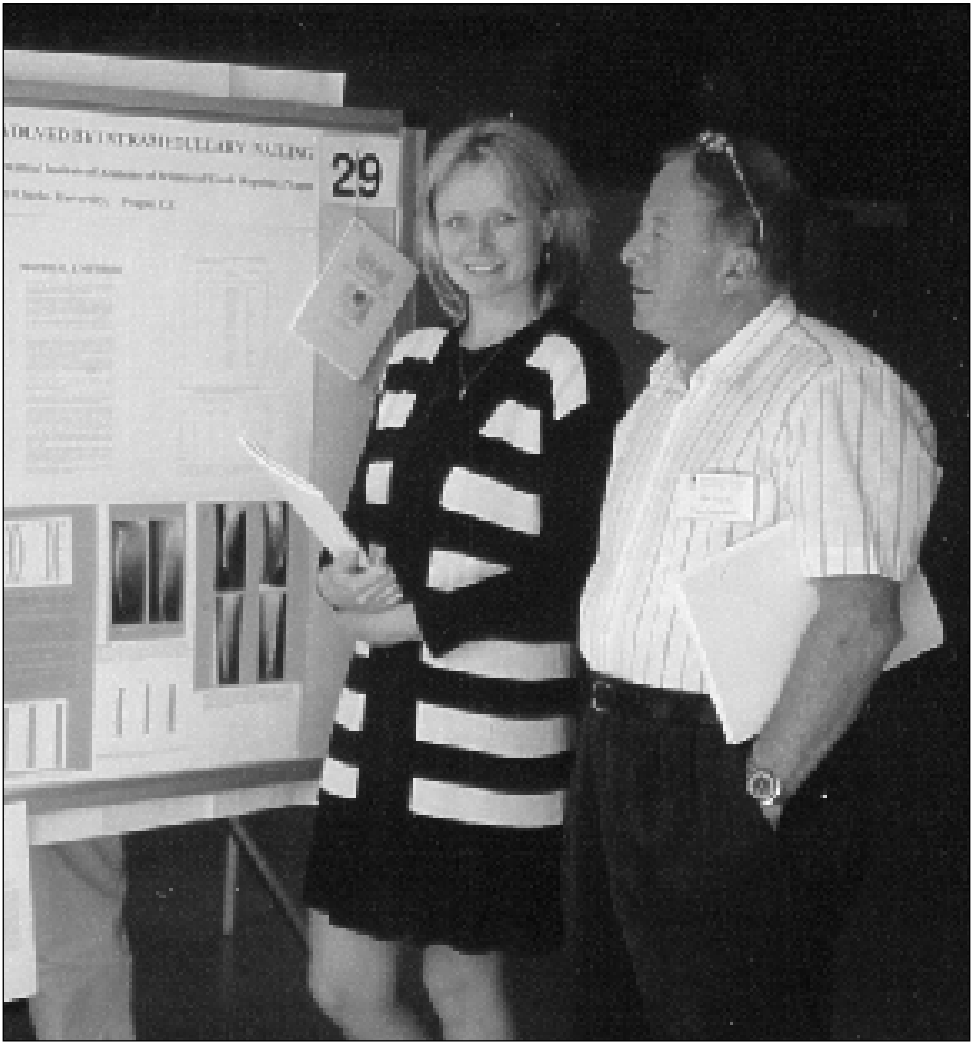
**CENTRUM TECHNICKÉ ORTOPEDIE s.r.o.**
**Riegrova 3, 370 01 České Budějovice**
tel: 387311727 - 8, fax: 387311729, e-mail:cto@technickaortopedie.cz
**www.technickaortopedie.cz**

*smluvní partner zdravotních pojišťoven*

V místě odborná ortopedická a ortopedicko-protetická ordinace

# VZPOMÍNKA NA RNDr. OTTO ZAJÍČKA, CSc.

(8. 10. 1932–12. 12. 2017)




Pan RNDr. Otto Zajíček, CSc. a MUDr. Alena Maříková, zástupci ČR na 16. setkání Federace evropských společností pojivových tkání (FECTS), které se konalo 1.–6. srpna 1998 v Uppsale, Švédsko.

Vážení kolegové,

s lítostí jsme nedávno přijali smutnou zprávu o úmrtí RNDr. Otty Zajíčka, CSc., našeho milého kolegy a čestného člena Společnosti pro pojivové tkáně (SPT) ČLS JEP z.s., který zemřel 12. 12. 2017 ve věku 85 let.

Kromě této Společnosti patřil Dr. Zajíček mezi aktivní, zakládající členy předchozí Společnosti pro výzkum a využití pojivových tkání, založené prof. MUDr. Milanem Adamem, DrSc., Dr.h.c. v roce 1994, kde působil ve výboru jako jednatel Společnosti. Od r. 1998 se stal členem redakční rady časopisu „Pohybové ústrojí – Pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii".

Otto Zajíček, po absolvování Přírodovědecké fakulty v oboru biochemie r. 1956, nastoupil na Výzkumný ústav stomatologický (VUS) v Praze na Vinohradech. V roce 1968 obhájil kandidátskou dizertační práci na téma: „Polarografické stanovení spotřeby kyslíku explantovanými tkáněmi zubu a parodontu". Od roku 1978 byl na VUS zařazen jako samostatný vědecký pracovník a jeho specializací byla hlavně oblast biochemie proteoglykanů a jejich role v metabolismu zubních pojivových tkání (parodontu). Během své profesní kariéry absolvoval několik kratších odborných stáží na zahraničních pracovištích (v r. 1964 v Moskvě, v r. 1981 v Oděse, v r. 1989 v Lipsku). Po transformaci v r. 1999 se VUS stal součástí Všeobecné fakultní nemocnice a 1. lékařské fakulty UK.

Dr. Zajíček se jak v 90. letech, tak i po r. 2000 účastnil odborných akcí pořádaných naší Společností, včetně pracovních dnů pořádaných tehdy každý rok v pražském Muzeu policie, konferencí o patologii a léčbě chorob pojiva v hotelu Ambassador v Praze a Prague-Sydney Symposií v Lékařském domě v Praze. Své příspěvky prezentoval také v zahraničí – např. v Holandsku, Izraeli či ve Švédsku, kde se na univerzitě v Uppsale v roce 1998, jako jeden z mála zástupců ČR, aktivně zúčastnil 16. setkání Federace evropských společností pojivových tkání (FECTS). Jeho tehdejší příspěvek o analýze proteoglykanů lze také nalézt jako součást dvojčísla 3+4 časopisu Pohybové ústrojí (ročník 5, 1998, č. 3+4, s. 198–199). Byl autorem či spoluautorem několika desítek publikací a jako řešitel či spoluřešitel se spolupodílel na mnoha grantových projektech se zaměřením na vysokomolekulární složky pojivových tkání dutiny ústní, zejména proteoglykany.

Mimo své hlavní stomatologické působiště v Praze úzce spolupracoval mj. také s kolegy z Revmatologického ústavu, Fyziologického ústavu AV ČR i dalšími akademickými pracovišti. Odborně činný zůstal i po oslavě svých 70. narozenin (v r. 2002). Např. ještě v letech 2003–2005 byl spoluřešitelem grantu IGA MZ ČR na téma: *„In vitro studie vlivu povrchových vlastností vybraných implantačních materiálů na charakter buněčné adheze a proliferace"*. V roce 2005 byl výborem SPT jmenován čestným členem Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP z.s. I jako penzista zůstal Výzkumnému stomatologickému ústavu věrný, rád tam docházel a po roce 2000 pro tuto instituci v prostorách známé pražské „kachlíkárny" na Karlově náměstí ještě více než 10 let svědomitě plnil funkci knihovníka.

V soukromém životě se rád věnoval hudbě, a to nejen jako pozorný a kritický posluchač (o čemž svědčí jeho trefné glosy publikované v denním tisku). Sám hrál velmi dobře na violoncello a akor-

deon, byl aktivním členem pražského Akademického sboru, s nímž s oblibou koncertoval. Během adventu a svátečního času jste si tak mohli v jeho podání přijít poslechnout třeba i klasickou Českou mši vánoční Jakuba Jana Ryby. Mezi svými kolegy byl velmi oblíben pro svoji přátelskou a optimistickou povahu i smysl pro humor.

Ačkoli mu v pokročilejším věku zdravotní problémy již nedovolily pracovat tak intenzivně, jak by si sám přál, stále se rád stýkal se svými bývalými kolegy a zajímal se o jejich všední starosti a dění kolem.

Všichni ti, kdo měli možnost blíže poznat Ottu Zajíčka a měli ho rádi, budou vzpomínat na okamžiky společně prožité.

Za výbor Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP z.s. a redakční radu časopisu Pohybové ústrojí

**RNDr. Martin Braun, PhD.**
**Ing. Hana Hulejová**
**Doc. RNDr. Ivo Brettschneider, CSc.**
**Ing. Jana Zelenková**
**Prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.**

# VZPOMÍNKA NA doc. RNDr. JANU NOVOTNOU, CSc.

(† 1. 1. 2017)

Velmi nás zarmoutila zpráva o úmrtí členky naší Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP, Doc. RNDr. Jany Novotné, CSc., která zemřela po krátké těžké nemoci dne 10. ledna 2017 ve věku nedožitých 63 let.

Doc. Jana Novotná studovala Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze a své diplomové práci na téma imunochemie kolagenu se věnovala na Mikrobiologickém ústavu Akademie věd. V této době začala spolupracovat s Revmatologickým ústavem, kde se této problematice věnovala Laboratoř pro výzkum pojiva, kterou vedl pan Prof. MUDr. Milan Adam, DrSc. Sem také po promoci, v září 1981, nastoupila na doktorské studium a zůstala zde celých 10 let. Na Revmatologickém ústavu se zabývala především imunochemií kolagenu u pacientů s různými revmatickými chorobami.

V listopadu 1991 nastoupila na 2. lékařskou fakultu Univerzity Karlovy, kde na pracovišti lékařské chemie, biochemie a fyziologie ve spolupráci se skupinou prof. MUDr. Jana Hergeta, DrSc. začala studovat změny cév a kolagenu, ke kterým dochází při hypoxii. Za tímto účelem dokonce vyvinula světově unikátní metodu izolace periferních plicních cév.

Této problematice věnovala,kromě několika desítek publikací v českých a zahraničních odborných časopisech,i svoji habilitační práci nazvanou: „Metabolismus pojiva cév při plicní hypoxii".

V rámci výzkumných projektů sledovala na zvířecích modelech (potkan, krysa) četné změny kolagenu způsobené působením volných radikálů vznikajících při hypoxii. Při těchto stavech, kdy se aktivují kolagenolytické enzymy (metaloproteinázy), dochází k enzymatickému štěpení kolagenu na kratší fragmenty dobře detekovatelné např. pomocí elektroforetických a chromatografických metod. V této souvislosti pak věnovala pozornost také hyperkapnii, která vzniklé volné radikály inaktivuje, kolagenolytické enzymy inhibuje, a prokázala tak u experimentálních zvířat zmírnění jejich tkáňového poškození.

Neocenitelným přínosem pro fakultu a studenty byla nepochybně i její pedagogická činnost – zejména její vysoce hodnocené přednášky, semináře a praktická cvičení z lékařské biochemie.

Ve svém volném čase se mj. intenzivně věnovala plavání, v mládí byla dokonce mistryní republiky ve své kategorii a úspěšně v této disciplíně reprezentovala i na soutěžích v zahraničí. V dospělosti se k tomuto sportu vrátila a to i přes svůj zdravotní handicap (po amputaci nohy) a závodně plavala s tělesně postiženými.

Její nezdolný optimismus, laskavost, trpělivost, odborné znalosti a způsob jakým je předávala dále svým kolegům a studentům bude i nadále pro ostatní cenným příkladem hodným následování. Všichni, kdo měli čest ji blíže poznat, na ni nikdy nezapomenou.

Za výbor Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP z.s.

**Ing. Hana Hulejová**
**RNDr. Martin Braun, PhD.**
**Prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.**

# TÉMATIKA PŘÍSPĚVKŮ

K uveřejnění v časopise Pohybové ústrojí se přijímají rukopisy prací z oblasti pohybového ústrojí člověka, které se týkají především funkce, fyziologického i patologického stavu kosterního a svalového systému na všech úrovních poznání, diagnostických metod, ortopedických a traumatologických problémů, příslušné rehabilitace a léčebné i preventivní péče. Předmětem zájmu jsou týmové práce z oboru dětské ortopedie a osteologie, dále problémy z oboru biomechaniky, patobiomechaniky a bioreologie, biochemie a genetiky. Časopis má zájem publikovat články kvalitní, vysoké odborné úrovně, které přinášejí něco nového, jsou zajímavé z hlediska aplikací a nebyly doposud nikde uveřejněny s výjimkou publikace ve zkrácené formě.

Redakce přijímá původní práce a kazuistiky, souborné články, které informují o současném stavu v příslušných oblastech souvisejících s pohybovým ústrojím a abstrakty příspěvků z národních a mezinárodních konferencí, věnovaných hlavně pohybovému ústrojí. Původní práce a kazuistiky doporučuje publikovat v anglickém jazyce. Rukopisy jsou posuzovány 2–3 oponenty redakční rady. Redakční rada si vyhrazuje právo provádět recenze a drobné úpravy, případně zkrácení rukopisu. Je velmi žádoucí, aby autor reagoval na případné připomínky.

Nevyžádané rukopisy ani přílohy se nevracejí. Redakce si před uveřejněním prací vyhrazuje rovněž právo na určení pořadí umístění v časopise i jazykovou korekturu.

Příspěvky, uveřejňované v časopise, jsou excerpovány v periodických přehledech EMBASE/ Excerpta Medica, vydávaných nakladatelstvím Elsevier a Bibliographia medica Čechoslovaca. Při výběru příspěvků k uveřejnění dáváme přednost rukopisům, zpracovaným podle jednotných požadavků pro rukopisy, zasílané do biomechanických časopisů – Uniform Requirements Submitted to Biomedical Journals (Vancouver Declaration, Br. Med. J., 1988, 296, pp. 401–405).

# ÚPRAVA RUKOPISŮ

Rukopis se píše v textovém editoru Word ve formátech doc, docx nebo rtf. Na titulní straně uveďte název článku, pod ním jméno autora, případně autorů, úřední název jejich pracoviště a konečně adresu prvního autora. U českých rukopisů uvádějte název článku a pracoviště také v angličtině.

Na další straně uveďte stručný souhrn (do 150 slov), který má informovat o cílech, metodách, výsledcích a závěrech práce, doplněný překladem do angličtiny. Za ním připojte nejvýše šest klíčových slov v češtině resp. angličtině.

Vlastní text je u původních prací obvykle rozdělen na úvod, materiál a metodiku, výsledky, diskusi, závěr a případné poděkování. Souborné referáty, diskuse, zprávy z konferencí apod. jsou bez sou-

hrnu a jejich členění je dáno charakterem sdělení. Před začátky jednotlivých odstavců nevkládejte žádné mezery ani tabelátory, odstavce by měly mít alespoň čtyři řádky.

## TABULKY A OBRÁZKY

Tabulky a obrázky doplněné legendou vkládejte do dokumentu na zvláštním listě s příslušným označením nahoře, příp. jako samostatný soubor. Vyobrazení se číslují v pořadí, v jakém jdou za sebou v textu. V dokumentu označte jejich předpokládané umístění v textu. U českých rukopisů uvádějte texty k obrázkům i v angličtině. Obrázky by měly mít rozlišení 150 dpi u perokreseb (schémata a grafy 600 dpi) a uložené jako typ TIFF File (*.tif) nebo JPEG Bitmap File (*.jpg) tabulky a grafy uložené ve formátech Microsoft Excel (*.xls) nebo jako vektorové obrázky ve formátech (*.eps, *.cdr).

### Pojmenování souborů

Název souboru by neměl obsahovat znaky s diakritikou a znaky: „.“ „,“ „:“ „;“ „!“ „?“. Pro lepší následnou orientaci v záplavě souborů je vhodné v názvu souboru uvádět **verzi, jméno autora** (bez diakritiky) a **název článku** (bez diakritiky).

## LITERATURA

Seznam odkazů na literaturu se připojí v abecedním pořadí na konci textu. Odvolání na literaturu uvádějte ve vlastním textu příslušnými čísly v kulatých závorkách.

V seznamu citované literatury uvádějte údaje o knihách v pořadí: příjmení a iniciály prvních tří autorů s případným dodatkem „et al.“, název knihy, pořadí vydání, místo vydání, nakladatel, rok vydání, počet stran: Frost HM. The Laws of Bone Structure. 4 ed. Springfield: C.C.Thomas, 1964, 167 s.

Citace z časopisů uvádějte tímto způsobem: příjmení a iniciály prvních tří autorů (u více autorů vložte za jménem třetího autora et al.), název článku, název časopisu nebo jeho uznávaná zkratka, ročník, rok vydání, číslo, strany: Sobotka Z., Mařík I. Remodelation and Regeneration of Bone Tissue at some Bone Dysplasias. Pohybové ústrojí, 2, 1995, č. 1:15–24.

Příspěvky ve sbornících (v knize) se uvádí v pořadí: příjmení a iniciály prvních tří autorů, název článku, editor, název sborníku, díl, místo, nakladatelství a rok vydání, strany ve sborníku (knize): Mařík I., Kuklík M., Brůžek J. Evaluation of growth and development in bone dysplasias. In: Hajniš K. ed. Growth and Ontogenetic Development in Man. Prague: Charles University, 1986, s. 391–403.

## KOREKTURY

Redakce považuje dodaný rukopis za konečné znění práce. Větší změny při korekturách nejsou přípustné. Prosíme, aby autoři pečlivě zkontrolovali text, tabulky a legendy k obrázkům. Pro zkrácení publikační lhůty je možno připojit prohlášení, že autor netrvá na autorské korektuře. V rámci časových možností je snahou redakce všechny příspěvky zaslat autorům zpět k odsouhlasení konečné úpravy prací. Prosíme o co nejrychlejší zpětnou vazbu redakci časopisu.

## ADRESA PRO ZASÍLÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ

### Rukopisy zasílejte na adresu:

**Prof. MUDr. Ivo Mařík, CSc.**
Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu s.r.o., Olšanská 7, 130 00 Praha 3
**Tel.: (+420) 222 582 214, e-mail: ambul_centrum@volny.cz**

## SUBJECT MATTER OF CONTRIBUTIONS

The journal Locomotor System will publish the papers from the field of locomotor apparatus of man which are above all concerned with the function, physiological and pathological state of the skeletal and muscular system on all levels of knowledge, diagnostic methods, orthopaedic and traumatologic problems, rehabilitation as well as the medical treatment and preventive care of skeletal diseases. The objects of interest are interdisciplinary papers on paediatric orthopaedics and osteology, further object of interest are problems of biomechanics, pathobiomechanics and biorheology, biochemistry and genetics. The journal will accept the original papers of high professional level which were not published elsewhere with exception of those which appeared in an abbreviated form.

The editorial board will also accept the review articles, case reports and abstracts of contributions presented at national and international meetings devoted largely to locomotor system. The papers published in the journal are excerpted in EMBASE / Excerpta Medica and Bibliographia medica Čechoslovaca.

## MANUSCRIPT REQUIREMENTS

Manuscripts should be submitted in text editor Microsoft Word in format *.doc, docx or *.rtf. While no maximum length of contributions is prescribed, the authors are encouraged to write concisely. The first page of paper should be headed by the title followed by the name(s) of author(s) and his/her (their) affiliations. Furthermore, the address of the corresponding author should be indicated to receive correspondence and proofs for correction. Papers are reviewed by two (and/or three) reviewers.

The second page should contain a short Abstract(up to 150 words) followed by the key words (no more than 6). The proper text of original paper is laid out into introduction, material and methods, results, discussion and if need be acknowledgement. The reviews, discussions and news from conferences are without summaries and their lay-out depends on the character of communication. The paragraphs should not begin with any spaces from the left margin nor tabs and should contain at least four rows.

## ILLUSTRATIONS AND TABLES

Authors should supply illustrations and tables on separate sheets in the document. They should be numbered in the same order as is their desired location in the text. The figures should include the relevant details. Pictures should have resolution min. 150 dpi, drawings and graphs in bitmap resolution 600 dpi. They should be saved as tif or jpg format, tables and graphs in Microsoft Excel or as vector graphics in formats *.eps or *.cdr. Figure legends should be provided for all illustra-

tions on a separate page and grouped in numerical order of appearance. On the back of figures, their number and name of the author should be indicated.

## REFERENCES

References must be presented in a numerical style. They should be quoted in the text in parentheses, i.e. (1), (2), (3, 4), etc. and grouped at the end of the paper in alphabetical order.

The references of books should contain the names and initials of the first three authors, with eventual supplement „et al.", title of book, number of edition, place of publishing, name of publisher, year of appearance and number of pages, for instance: Frost HM. The Laws of Bone Structure. 4. ed. Springfield: C.C.Thomas, 1964, 167 p.

The references of papers published in journals should be arranged as follows: the names and initials of the first three authors (eventually after the name of the third author introduce et al.), title of the paper, journal name or its abbreviation, year, volume, number and page numbers, for instance: Sobotka Z, Mařík I. Remodelation and Regeneration of Bone Tissue at Some Bone Dysplasias. Locomotor System 1995: 2, No.1:15–24.

The references of papers published in special volumes (in a book) should be arranged in the following order: names and initials of the first three authors, title of paper, editor(s), title of special volume (a book), place of publication, publisher, year of publication, first and last page numbers, for instance: Mařík I., Kuklík M., Brůžek J. Evaluation of growth and development in bone dysplasias. In: Hajniš K. ed. Growth and Ontogenetic Development in Man. Prague: Charles University, 1986:391–403.

### Manuscripts and contributions should be sent to the Editor-in-chief:

**Professor Ivo Mařík, M.D., Ph.D.**
Ambulant Centre for Defects of Locomotor Apparatus
Olšanská 7
130 00 Prague 3
Czech Republic
**Phone: (+420) 222 582 214**
**e-mail: ambul_centrum@volny.cz**

# OBSAH ROČNÍKU 2016

SLOVO ČTENÁŘŮM – EDITORIAL ..... 1/16, s. 10
..... 2/16, s. 103

OBRÁZEK NA TITULNÍ STRANĚ A POPIS

Rentgenologické projevy Chondroektodermální dyslazie – Ellisův-van Creveldův syndrom ..... 1/16, s. 13
Rentgenologické projevy Chondroektodermální dyslazie – Ellisův-van Creveldův syndrom ..... 2/16, s. 105

SOUBORNÉ REFERÁTY

Luisa Bonafe, Valerie Cormier-Daire, Christine Hall, Ralph Lachman, Geert Mortier, Stefan Mundlos, Gen Nishimura, Luca Sangiorgi, Ravi Savarirayan, David Sillence, Jurgen Spranger, Andrea Superti-Furga, Matthew Warman and Sheila Unger
Nosologie a klasifikace genetických kostních chorob: revize 2015 ..... 1/16, s. 20

Pařízková Jana
Biomechanické problémy a držení těla obézních dětí a dospívajících ..... 2/16, s. 112

Karski Jacek, Karski Tomasz, Pyrc Jaroslaw, Kulka Malgorzata
Deformace nohou kolen, kyčlí a pánve u dětí a dospělých s minimální mozkovou dysfunkcí. Příčiny, léčení, profylaxe ..... 2/16, s. 124

PŮVODNÍ PRÁCE

Krawczyk Petr, Černý Pavel, Maříková Alena, Myslivec Radek, Mařík Ivo
Ortoticko-protetické léčení tělesně postižených dětí – komplexní péče ..... 1/16, s. 49

Jochymek Jiří, Turek Jakub, Peterková Tereza, Urbášek Karel
Eight-figure plate system for correction of angular deformities of lower limbs in children. Initial results ..... 1/16, s. 82

Jochymek Jiří, Turek Jakub
Ultrasound evaluation of talar dysplasia as a prognostic factor in treatment of clubfoot deformity ..... 1/16, s. 94

Kwiatkowski M, Guszczyn T, Maksimowicz M, Milewski R, Popko J.
Následné hodnocení pacientů s idiopatickou skoliózou léčených thorakolumbálním korzetem ..... 2/16, s. 136

Čulík Jan
Model chůze s ohledem na rychlost pohybu ..... 2/16, s. 143

Bláha Pavel, Provázek Pavel, Hill Martin
Konfrontace analýzy tělesné stavby stanovené pomocí klasických antropometrických metod a metod založených na bioimpedanci .....2/16, s. 162

## KASUISTIKY

Hrušková Lucie, Mazura Ivan, Zemková Daniela, Mařík Ivo
Osteogenesis imperfekta, typ IA ..... 1/16, s. 38

Smrčka Václav, Kuželka Vítězslav, Musilová Zdenka
Kostní změny, připomínající revmatoidní formu abdominálního tyfu, nalezené v kostnici v Nížkově ..... 2/16, s. 186

## ZPRÁVY

Informace o Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP ..... 1/16, s. 104
..... 2/16, s. 200

Přihláška řádného člena SPT ..... 1/16, s. 105
..... 2/16, s. 202

Prof. MUDr. Jaromír Kolář, DrSc. Ocenění Stříbrnou pamětní medailí Senátu, Parlament České republiky..... 2/16, s. 194

Oznámení 22. Kubátových dnů: ortopedická protetika a mezioborová spolupráce. Lékařský dům v Praze, 17.–18. března 2017, Lékařský dům v Praze 2, Sokolská 31 .. 2/16, s. 196

Oznámení The 18th Prague-Lublin-Sydney-St. Petersburg Symposium: interdisciplinary approach to Congenital and acquired disorders of growing skeleton ..... 2/16, s. 197

Oznámení The 19th Prague-Lublin-Sydney-St.Petersburg Symposium: interdisciplinary approach to growing skeleton, 13. –17. září 2017, Praha, Lékařský dům, Česká republika ..... 2/16, s. 198

Hudáková O, Mařík I.
Vzpomínka na prof. PhDr. MUDr. Eugena Strouhala, DrSc. ..... 2/16, p. 204

SMĚRNICE AUTORŮM ..... 1/16, s. 108
..... 2/16, s. 208

OBSAH ROČNÍKU 2015 ..... 2/16, s. 214

OBSAH ROČNÍKU 2016 ..... 2/16, s. 216

# CONTENTS OF VOLUME 2016

A WORD TO READERS – EDITORIAL ..... 1/16, p. 10
..... 2/16, p. 103

TITLE PICTURE and DESCRIPTION

Typical radiographic features of Ellis-van Creveld Syndrome ..... 1/16, p. 17
Typical radiographic features of Ellis-van Creveld Syndrome ..... 2/16, p. 109

REVIEWS

Luisa Bonafe, Valerie Cormier-Daire, Christine Hall, Ralph Lachman, Geert Mortier, Stefan Mundlos, Gen Nishimura, Luca Sangiorgi, Ravi Savarirayan, David Sillence, Jurgen Spranger, Andrea Superti-Furga, Matthew Warman and Sheila Unger
Nosology and Classification of Genetic Skeletal Disorders: 2015 Revision ..... 1/16, p. 20

Parizkova Jana
Subjects of locomotor apparatus in relation to motion activity, physical fitness and obesity ..... 2/16, p. 112

Karski Jacek, Karski Tomasz, Pyrc Jaroslaw, Kulka Malgorzata
Deformations of the feet, knees, hips, pelvis in children and adults with Minimal Brain Dysfunction. Causes. Treatment. Prophylaxis ..... 2/16, p. 124

ORIGINAL PAPERS

Krawczyk Petr, Černý Pavel, Maříková Alena, Myslivec Radek, Mařík Ivo
Orthopaedic prosthetic treatment of disabled children – comprehensive care ..... 1/16, p. 49

Jochymek Jiří, Turek Jakub, Peterková Tereza, Urbášek Karel
Eight-figure plate system for correction of angular deformities of lower limbs in children. Initial results ..... 1/16, p. 82

Jochymek Jiří, Turek Jakub
Ultrasound evaluation of talar dysplasia as a prognostic factor in treatment of clubfoot deformity ..... 1/16, p. 94

Kwiatkowski M, Guszczyn T, Maksimowicz M, Milewski R, Popko J.
Consecutive evaluation of patients with idiopathic scoliosis treated with thoracic-lumbar brace ..... 2/16, p. 136

Culik Jan
Model of gait with respect to movement velocity ..... 2/16, p. 143

Bláha Pavel, Provázek Pavel, Hill Martin
Evaluation of body composition analysis using anthropometric measurements and methods based on bioimpedance ..... 2/16, p. 162

## CASE REPORTS

Hrušková Lucie, Mazura Ivan, Zemková Daniela, Mařík Ivo
Osteogenesis imperfekta, typ IA ..... 1/16, p. 38

Smrčka Václav, Kuželka Vítězslav, Musilová Zdenka
Bone signatures suggesting rheumatoid form of typhus fever in the Nizkov ossuary ..... 2/16, p. 186

## NEWS

Information on the Society for Connective Tissues, Czech Medical Association J.E. Purkynje, Prague, CZ ..... 1/16, s. 106
..... 2/16, s. 202

Membership application of The Society for Connective Tissues, Czech Medical Association J.E. Purkynje, Prague, CZ ..... 1/16, s. 105
..... 2/16, s. 201

Prof. MUDr. Jaromír Kolář, DrSc. Silver commemorative medale pricing of Senate, Parliament of the Czech Republic ..... 2/16, s. 194

The 22nd Kubat´s days: Orthopaedic–prosthetics and interdisciplinary approach, The Domus medica, Prague 2, Sokolská 31, Czech Republic, March 4–5, 2016 ..... 2/16, s. 196

The 18th Prague-Lublin-Sydney-St. Petersburg Symposium: interdisciplinary approach to Congenital and acquired disorders of growing skeleton ..... 2/16, s. 197

The 19th Prague-Lublin-Sydney-St. Petersburg Symposium: Interdisciplinary approach to growing skeleton, September 13-17, 2017, Medical House, Prague, Czech Republic ..... 2/16, s. 198

Hudáková O, Mařík I.
Professor PhDr. Eugen Strouhal, MD, DSc. – in memoriam ..... 2/16, p. 204

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS ..... 1/16, s. 108
..... 2/16, s. 211

CONTENTS OF VOLUME 2015 ..... 2/16, s. 216

CONTENTS OF VOLUME 2016 ..... 2/16, s. 222

# OBSAH ROČNÍKU 2017

SLOVO ČTENÁŘŮM – EDITORIAL ..... 1/17, s. 10
..... 2/17, s. 128

OBRÁZEK NA TITULNÍ STRANĚ A POPIS

Rentgenologické projevy spondyloepifyzární dysplazie vrozené ..... 1/17, s. 13
Rentgenologické projevy spondyloepifyzární dysplazie vrozené ..... 2/17, s. 131

SOUBORNÉ REFERÁTY

Karski Tomasz, Karski Jacek, Karska Klaudia, Karska Katarzyna, Menet Honorata
Patologie kyčle, kolena, hlezna a páteře v důsledku habituálního postoje "pohov" na levé dolní končetině ..... 2/17, s. 137

Bláha Pavel
Antropologické výzkumy České (Československé) populace v minulosti a současnosti ..... 2/17, s. 152

Zemková Daniela, Mařík Ivo, Hudáková Olga
Základy antropometrie a auxologie pro pediatry, dětské ortopedy, ortopedické protetiky, biomechaniky, specialisty v rehabilitaci a fyzioterapeuty ..... 2/17, s. 170

Vrátná Eliška, Vařeková Jitka, Vařeka Tomáš, Daďová Klára, Strnad Pavel, Pyšková Barbora, Fejfarová Vladimíra
Rehabilitace u pacientů s prediabetem a diabetem mellitem 2. typu ..... 2/17, s. 212

PŮVODNÍ PRÁCE

Funda Jiří
Nestejná délka končetin po totální náhradě kyčelního kloubu ..... 1/17, s. 19

Čulík Jan
Biomechanický model chůze ..... 1/17, s. 33

Smrčka Václav, Rástočný Štefan, Marek Karel, Bejvlová Jarmila
Změny obrazu Dupuytrenovy kontraktury u české populace ..... 1/17, s. 46

Čulík Jan
Biomechanický model chůze, běhu a skoku ..... 2/17, s. 226

## KASUISTIKY

Karski Jacek, Karski Tomasz, Pyrc Jaroslaw
Možná příčina „bolestivého syndromu kloubů dolní končetiny" – popis a kasuistiky 1/17, s. 64

Hudáková Olga, Marik Ivo, Zemková Daniela, Kozlowski Kazimierz, Povýšil Ctibor
Metatropická dysplazie: dva české případy ..... 1/17, s. 74

## ZPRÁVY

Oznámení 23. Kubátových dnů: ortopedická protetika a mezioborová spolupráce II.
Lékařský dům v Praze 2, Sokolská 31, 16.–17. března 2018 ..... 1/17, s. 101

Oznámení The 20th Prague-Lublin-Sydney-St.Petersburg Symposium: Interdisciplinary approach to growing skeleton II, hotel „Octárna", Kroměříž, Česká republika, 12. – 16. září 2018 ..... 1/17, s. 102

Informace o Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP ..... 1/17, s. 104

Přihláška řádného člena SPT ..... 1/17, s. 105

Mařík I.
Vzpomínka na prof. MUDr. Jaromíra Koláře, DrSc. ..... 1/17, s. 108

Hyánek Josef
Lépe bych život už znovu neprožil. Galén, 2017 ..... 2/17, s. 249

Povýšil Ctibor et al.
Patomorfologie chorob kostí a kloubů. Galén, 2017 ..... 2/17, s. 253

Informace o Společnosti pro pojivové tkáně ČLS JEP ..... 2/17, s. 258

Přihláška řádného člena SPT ..... 2/17, s. 259

Braun Martin, Brettschneider Ivo, Zelenková Jana
Vzpomínka na RNDr. Otto Zajíčka, CSc. ..... 2/17, s. 262

Hulejová Hana, Braun Martin
Vzpomínka na doc. RNDr. Janu Novotnou, CSc. ..... 2/17, s. 265

SMĚRNICE AUTORŮM ..... 1/17, s. 111
..... 2/17, s. 267

OBSAH ROČNÍKU 2016 ..... 2/17, s. 272

OBSAH ROČNÍKU 2017 ..... 2/17, s. 278

# CONTENTS OF VOLUME 2017

A WORD TO READERS – EDITORIAL ..... 1/17, p. 10
..... 2/17, p. 128

TITLE PICTURE and DESCRIPTION

Typical radiographic features of spondyloepiphyseal Dysplasia Congenita ..... 1/17, p. 16
Typical radiographic features of spondyloepiphyseal Dysplasia Congenita ..... 2/17, p. 134

REVIEWS

Karski Tomasz, Karski Jacek, Karska Klaudia, Karska Katarzyna, Menet Honorata
Pathology of the hip, knee, shank and spine due to the habit of standing 'at ease' on the right leg .....2/17, p. 137

Bláha Pavel
Anthropological research of Czech (Czechoslovak) population in the past and present ..... 2/17, p. 160

Zemková Daniela, Mařík Ivo, Hudáková Olga
Fundamentals of anthropometry and auxology for paediatricians, paediatric orthopaedics, biomechanics, specialists in orthotics and prosthetics, rehabilitation and physiotherapists ..... 2/17, p. 170

Vrátná Eliška, Vařeková Jitka, Vařeka Tomáš, Daďová Klára, Strnad Pavel, Pyšková Barbora, Fejfarová Vladimíra
Rehabilitation of patients with pre-diabetes and type 2 diabetes mellitus ..... 2/17, p. 212

ORIGINAL PAPERS

Funda Jiří
Leg length discrepancy following total hip arthroplasty ..... 1/17, p. 19

Culik Jan
Biomechanical model of gait ..... 1/17, p. 33

Smrcka Václav, Rastocny Stefan, Marek Karel, Bejvlova Jarmila
Dupuytren's contracture in a Czech population in 20th century ..... 1/17, p. 46

Čulík Jan
Biomechanical model of walking, running and jumping ..... 2/17, p. 226

## CASE REPORTS

Karski Jacek, Karski Tomasz, Pyrc Jaroslaw
A possible cause of the „pain syndrome of lower extremity joints" – description and case reports ..... 1/17, p. 64

Hudakova Olga, Marik Ivo, Zemkova Daniela, Kozlowski Kazimierz, Povysil Ctibor
Metatropic dysplasia: two Czech cases ..... 1/17, p. 74

## NEWS

The 23rd Kubat´s days: Orthopaedic–prosthetics and interdisciplinary approach II, The Domus medica, Prague 2, Sokolská 31, Czech Republic, March 16–17, 2018 ..... 1/17, p. 101

The 20th Prague-Lublin-Sydney-St. Petersburg Symposium: Interdisciplinary approach to growing skeleton II, hotel "Octárna", Kroměříž, Czech Republic, September 12–16, 2018 ..... 1/17, p. 102

Membership application of The Society for Connective Tissues, Czech Medical Association J.E. Purkynje, Prague, CZ ..... 1/17, p. 105

Information on the Society for Connective Tissues, Czech Medical Association J.E. Purkynje, Prague, CZ ..... 1/17, p. 106

Marik I.
Professor Jaromír Kolář, MD, DSc. – in memoriam ..... 1/17, p. 108

Hyánek Josef
I would better not live again (in Czech). Galen, 2017 ..... 2/17, p. 249

Povýšil Ctibor et al.
Pathomorphology of bone and joint diseases (in Czech). Galen, 2017 ..... 2/17, p. 253

Membership application of The Society for Connective Tissues, Czech Medical Association J.E. Purkynje, Prague, CZ ..... 2/17, p. 259

Information on the Society for Connective Tissues, Czech Medical Association J.E. Purkynje, Prague, CZ ..... 2/17, p. 260

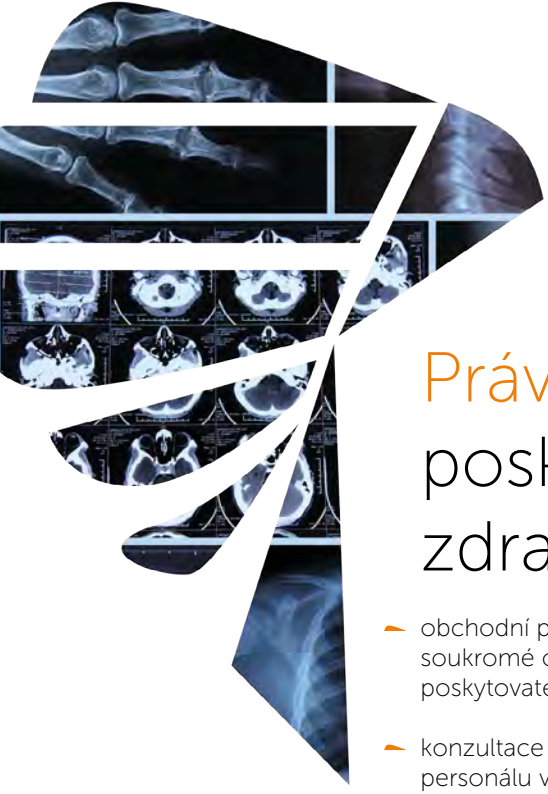
Braun Martin, Brettschneider Ivo, Zelenková Jana
RNDr. Otto Zajíček, Ph.D. – in memoriam ..... 2/17, p. 262

Hulejová Hana, Braun Martin
Assoc. Professor RNDr. Jana Novotná, Ph.D. – in memoriam ..... 2/17, p. 265

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS ..... 1/14, s. 114
..... 2/17, s. 270

CONTENTS OF VOLUME 2016 ..... 2/17, s. 275

CONTENTS OF VOLUME 2017 ..... 2/17, s. 281



# Právní služby poskytovatelům zdravotních služeb:

- obchodní právo - založení společnosti, transformace soukromé ordinace na společnost, registrace poskytovatele zdravotních služeb,
- konzultace v oblasti medicínského práva – školení personálu ve věcech vedení a nakládání se zdravotnickou dokumentací, informovaný souhlas pacienta,
- smluvní agenda – nájemní smlouvy, kupní a úvěrové smlouvy, smlouvy o službách,
- smlouvy se zdravotními pojišťovnami – úprava smluvních dokumentů, korekce plateb,
- otázky náhrady škody na zdraví a z titulu zásahu do osobnostních práv – konzultace vznesených nároků, jednání s pacienty, zastupování v soudním řízení,
- a všechny další otázky, s nimiž se poskytovatelé zdravotních služeb v praxi setkávají

V případě zájmu o nezávaznou konzultaci a poskytnutí bližších informací nás neváhejte kontaktovat.

**SVOBODA & KUČERA | ADVOKÁTI**

AK Kučera s.r.o. | Stavitelská 1099/6, 160 00 Praha 6 | T +420 222 965 861 | M +420 731 510 675 | E kucera@sk-advokati.cz | W www.sk-advokati.cz

HANDICAP CONSEIL CZ
PROTEOR

**Lékařská péče v oborech ortopedie a ortopedická protetika**

**Zdravotní péče v ortotice a protetice**

**Konsilia pro zdravotnická zařízení**

**Výjezdová pracoviště v kraji**

**Zakázková činnost pro zdravotnická zařízení**

**Smluvní partner všech zdravotních pojišťoven**

**Skoliotická poradna pro léčbu skolióz páteře mladistvých**

**Aplikace a výroba individuálních ortopedických vložek pro sport**

**Výroba individuálních zdravotnických prostředků – protéz končetin, ortéz, ortopedických vložek**

**Podologická poradna pro pacienty s problémy nohou (syndrom diabetické nohy, bolesti nohou)**

**Specializované centrum pro aplikaci a výrobu myoelektrických protéz horních končetin**

**PROTEOR CZ s. r. o.** – nestátní zdravotnické zařízení
**Ostrava | U Parku 2/2720 | 702 00 Ostrava | tel.: 596 139 259, 596 139 297**
**Provozovna Olomouc | Mošnerová 7/1184 | 779 00 Olomouc | tel.: 585 414 776, 585 414 823**
**Provozní doba: Po, St, Čt: 7.30–15.00 | Út: 7.30–17.00 | Pá: 7.30–12.30**
**Loc: 49°51'0.177"N, 18°17'4.035"E | ostrava@proteorcz.cz | olomouc@proteorcz.cz | www.proteorcz.cz**

# Ortopedická protetika Praha s.r.o.

## Výrobce individuálních ortopedicko-protetických pomůcek

**zajišťuje:**
- Lékařské vyšetření pacienta a předpis pomůcky
- Zhotovení všech individuálních ortopedických pomůcek (protézy HK a DK, končetinové a trupové ortézy, měkké bandáže, ortopedickou obuv, ortopedické vložky apod.

**provozní doba:**
**po** 7.30–17.00; **út–čt** 7.30–16.00; **pá** 7.30–15.00

Ortopedická Protetika Praha s.r.o., Kloknerova 1/1245, 148 00 Praha 4
tel.: 733 116 622, tel.: 272 932 241
e-mail: ortopedickaprotetika.praha@seznam.cz, **www.protetikapraha.cz**
Metro C stanice Chodov, dále autobus č. 135 stanice Dědinova – budova MEDICENTRUM

Partner všech zdravotních pojišťoven v ČR