
POHYBOVÉ ÚSTROJÍ

ročník 4, 1997, číslo 2

REDAKČNÍ RADA

VEDOUCÍ REDAKTOR: MUDr. Ivo Mařík, CSc.
ZÁSTUPCE VEDOUCÍHO REDAKTORA: Doc. Ing. Zdeněk Sobotka, DrSc.
VYDEKČNÍ SEKRETÁŘ: MUDr. Miloslav Kuklík, CSc.

LENOVÉ REDAKČNÍ RADY

Prof. MUDr. Milan Adam, DrSc.	Doc. MUDr. Vladimír Kříž
Prof. MUDr. Jaroslav Blahoš, DrSc.	Doc. RNDr. Ivan Mazura, CSc.c.
Doc. MUDr. Ivan Hadraba, CSc.	Prof. Ing. Miroslav Petrtyl, DrSc.
Prof. RNDr. Karel Hajniš, CSc.	Prof. MUDr. Ctibor Povýšil, DrSc.
Prof. MUDr. Josef Hyánek, DrSc.	Doc. MUDr. Milan Roth, DrSc.
Prof. PhDr. Vladimír Karas, DrSc.	MUDr. Václav Smrčka, CSc.
Prof. MUDr. Jaromír Kolář, DrSc.	Doc. PhDr. Jiří Straus, CSc.
Doc. MUDr. Petr Korbelář, CSc.	RNDr. Mgr. Miloš Votruba, CSc.
Doc. Dr. Med. Kazimerz S. Kozłowski, M.R.A.C.R.	Doc. MUDr. Radko Vrabec, CSc. MUDr. Jan Všetina

Pohybové ústrojí. Pokroky ve výzkumu, diagnostice a terapii.

ISSN 1210-7182

Vydává Ortotika s.r.o., Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu
a Společnost pro výzkum a využití pojivových tkání.

Vychází 4x ročně. Roční předplatné 240 Kč.

V roce 1997 - vychází 3x ročně (číslo 3 a 4 vyjde jako dvoj číslo).

Roční předplatné 180 Kč.

Tiskne PeMa, Nad Primaskou 5, Praha 10. Podtitulová sazba Ortotika s.r.o.

Návrh obálky Rudolf Štorkán. Rozšiřuje Postservis, Podbranská 39, Praha 9.

Objednávky přijímá Ortotika s.r.o., U Invalidovny 7, 180 00 Praha 8,
tel./fax/záz.n.: (02) 2481 6481, nebo Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu,
Olšanská 7, 130 00 Praha 3, tel./fax: (02) 697 2214.

Rukopisy zasílejte na adresu: MUDr. Ivo Mařík, CSc., Žitomířská 39, 110 00 Praha 10
nejlépe v bílém textovém editoru na disketě, nebo i jen v napsané formě.

Vydavatel upozorňuje, že za obsah inzerce odpovídá výhradně inzerent.
časopis jakožto nevýdělelný neposkytuje honoráře za otištěné příspěvky.

ERRATA: Chybné označení na obálce časopisu Pohybové ústrojí.

Ročník 1/1997 číslo 1, správně - Ročník 4/1997 číslo 1.

POHYBOVÉ ÚSTROJÍ

2/1997

Pokroky ve výzkumu, diagnostice
a terapii

LOCOMOTOR SYSTEM

2/1997

Advances in Research, Diagnostics
and Therapy

OBSAH

SOUBORNÉ REFERÁTY

- Zubina, P.: Prevence deformit páte e po
víceúrov ové laminectomii v d tském
v ku.....3
Kuklík, M., Heinrich, W.:
Biomechanické, kriminalistické, léka ské
a antropogenetické aspekty nálezu mumie
z Oetztalu.....19
Straus, J.: Predikce hmotnosti t la z
vybraného parametru
podogramu.....36

P VODNÍ PRÁCE

- Slavkovi , S., Vukašinovi , Z., Laloševi ,
V.: Lé ení závažných chronických
adolescentních coxa vara osteotomií
podle Southwicka.....40
Ma ík, I., Sobotka, Z.: Komplikace
nitrod e ového h ebování a regenerace
dlouhých kostí u n kterých kostních
dysplazií.....49

KONFERENCE

20. sv tový kongres SICOT"96"61
Chao, E., Y.,S.: Ortopedická
biomechanika: Minulost, sou asnost a
budoucnost.....63

ZPRÁVY

- Seminá o spondylologii.....71
Kurzy chirurgie a rehabilitace ruky v roce
1997 - 1998.....72
Kurzy a seminá e Ambulantního centra
pro vady pohybového aparátu
v roce 1998.....73
Výzva k publikování.....73

CONTENTS

REVIEWS

- Zubina, P.: The Prevention of Spine
Deformities after The Multilevel
Laminectomy in Childhood.....4
Kuklík, M., Heinrich, W.: Biomechanical,
Criminological, Medical and
Antropogenetical Aspects of the Oetztals
Mummy.....19
Straus, J.: Prediction of Body Weight
from Selected Parameters of
Podogram.....36

ORIGINAL PAPERS

- Slavkovi , S., Vukašinovi , Z., Laloševi ,
V.: The Treatment of Severe Chronic
Slipped Capital Femoral Epiphysis by
Southwick's Osteotomy.....40
Ma ík, I., Sobotka, Z.: Complications of
Intramedullary Nailing and Regeneration
of Long Bones at Some Bone
Dysplasias.....49

CONFERENCES

- 20th World Congress SICOT"96"61
Chao, E., Y.,S.: Orthopaedic
Biomechanics: The past, present and
future.....63

NEWS

- Conference of Spondylology71
Courses of hand surgery and
rehabilitation in 1997 - 1998.....72
Courses and Conferences of Ambulant
Centre for Defects of Locomotor
Apparatus in 1998.....73
Call for Papers.....73

PREVENCE DEFORMIT PÁTE E PO VÍCEÚROV OVÉ LAMINEKTOMII V D TSKÉM V KU

P. Zubina

Úvod

Víceúrovňová laminiektomie je běžně akceptovaným chirurgickým postupem při léčbě degenerativních změn páteře, míšních traumat, míšních tumorů, kongenitálních deformit a syringomyelie. Disky u kolikaúrovňové laminiektomie na stabilitu páteře byly často předmětem diskuzí neurochirurgů a ortopedů. U většiny dospělých pacientů není tato procedura následována narušením či zhoršením páteřní stability. U pacientů s diskovým vřevem však u kolikaúrovňové laminiektomie může způsobit kyfózu, přední subluxaci či instabilitu krční nebo hrudní páteře. Při srovnání rtg snímků páteře u diskových a dospělých pacientů, kteří podstoupili víceúrovňovou laminiektomii, nacházíme odlišné nálezy. Je uvedena plauzibilní teorie patogeneze vzniku postlaminiektomických deformit. Na podkladě této teorie je popsán způsob prevence postlaminiektomických deformit páteře u disků, založený na spolupráci neurochirurgů, onkologů a ortopedů. Nutná je znalost léčby této deformity jak konzervativní, tak chirurgické a individuální postup v závislosti na etiologii základního onemocnění, aktuálního stavu, věku pacienta a stupni deformity. Pro porozumění patogenezi postlaminiektomické deformity u disků je

uvedena souasná koncepce biomechanického modelu páteře.

Souasná koncepce biomechanického modelu páteře

V současné době je pohled na biomechanický model páteře založen na třísloupcových modelech. P vodní dvousloupcové modely nedokázaly totiž vysvětlit poruchu stability v trojrozměrném prostoru (10). K pochopení patogeneze instability páteře po víceúrovňové laminiektomii u disků je třeba znát problematiku biomechanických modelů páteře.

Biomechanický model dle Roy-Camille /1969/ (22, 23)

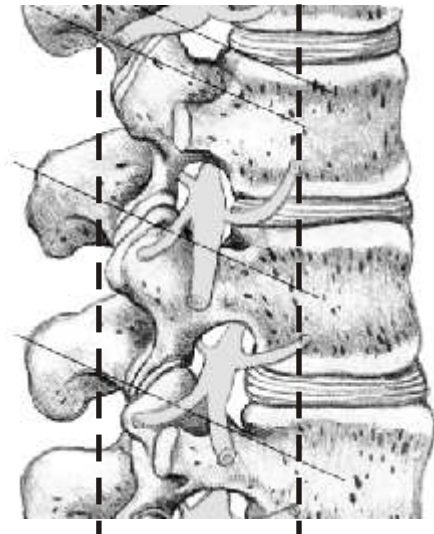
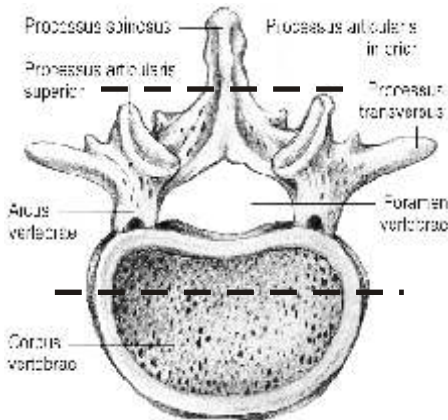
Roy-Camille postavil svoji koncepci na existenci tří strukturálních sloupců, jejichž anatomická hranice není přesně definována. Je to model konstruovaný v sagitální rovině. Do roviny frontální se jeho konstrukce nepromítá. Sloupce jsou definovány takto:

Přední sloupec: lig. longitudinale ant. a přední 2/3 obratlových těl a disků.

Střední sloupec: zadní 1/3 obratlového těla resp. disku, lig. longitudinale post., pedikly, oblouky, intervertebrální klouby a kloubní pouzdra, lig. flavum.

Zadní sloupec: processus spinosi, ligg.

interspinalia a ligg. supraspinalia. Biomechanický model je schématicky znázorněn na **obrázku 1**.



Obr. 1. Schéma biomechanického modelu páteře podle Roy-Camille.

Rozhodující význam pro stabilitu páteře má zachování integrity středního sloupce.

Střední sloupec dle Roy-Camille tvoří stěnu páteřního kanálu a tím pevný kryt nebo obal zde uložených nervových struktur. Za nestabilní považuje tato poranění nebo zásahy do struktury páteře, kde je porušena integrita středního sloupce. Porušení středního sloupce páteře představuje větší riziko poranění nervových struktur.

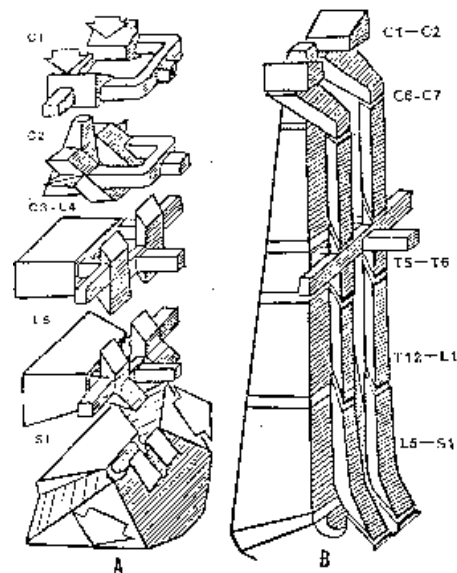
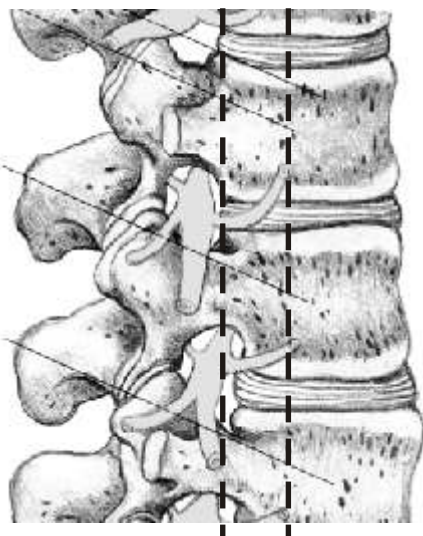
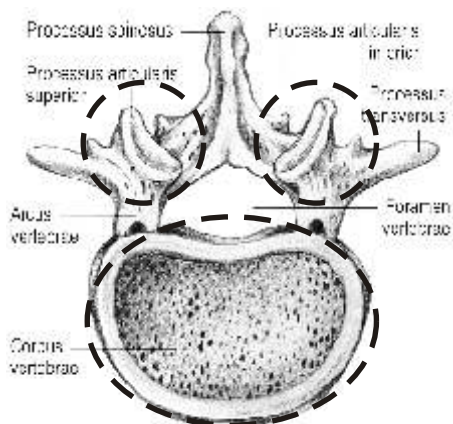
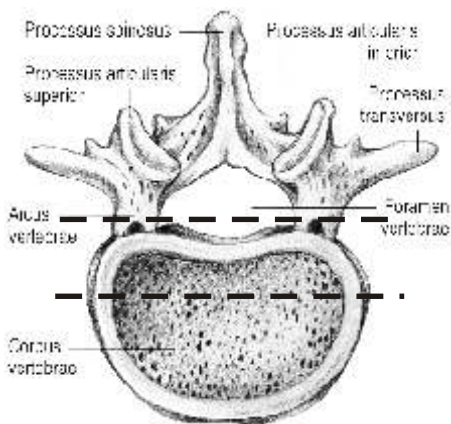
Biomechanický model dle Denise /1983/ (5)

Denisova koncepce definuje 3 sloupce páteřních struktur poněkud odlišně:
 Přední sloupec: lig. longitudinale ant., přední 2/3 obratlových těl a disk.
 Střední sloupec: zadní 1/3 obratlových těl a disk, lig. longitudinale posterius.
 Zadní sloupec: lig. flavum, obratlové oblouky, intervertebrální klouby s jejich pouzdry, processus spinosi a ligg. interspinalia a ligg. supraspinalia.

Střední sloupec je v Denisově pojetí rovněž ventrálně nepřímo anatomicky ohraničen. Porušení středního sloupce dle této koncepce též způsobuje instabilitu páteře. Schéma Denisova biomechanického modelu páteře je patrné na **obrázku 2**.

Biomechanický model páteře dle Louise /1973/ (12,13,14)

Louisova třísloupcová koncepce je postavena na definici tří prostorově orientovaných sloupců (15). Přední sloupec je tvořen obratlovými těly a disky spolu s lig. longitudinale anterius a posterius. Dva zadní sloupce jsou tvořeny intervertebrálními klouby a jejich pouzdry. Tento trojúhelníkový prostor stabilní strukturu od úrovně C2 až po L5. Obratel C2 rozkládá osovou sílu ze dvou pilířů, které jsou tvořeny kloubními plochami atlasu, do těchto pilířů. Sakrální obratel pak



Obr. 2. Schéma biomechanického modelu páteře dle Denise.

Obr. 3. Schéma biomechanického modelu páteře dle Louise.

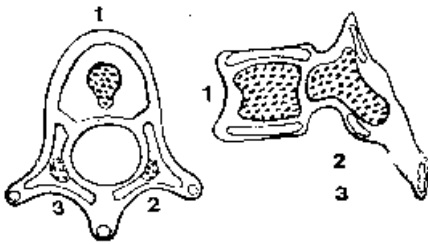
opět přenesení hmotnosti do dvou pářových sakroiliakálních kloubů. Louisův model je schématicky znázorněn na obrázku 3. V Louisově sloupcové koncepci hrají ostatní struktury pouze

pomocnou roli. Pedikly a obratlové oblouky posuzuje pouze jako spojovací elementy, processus transversarii a spinosi pouze jako struktury, na nichž se upínají

svaly. Mobilita jednotlivých segment je kontrolována systémem "kloubních zarážek" (p i extenzi se o sebe opou kloubní výbžky sousedních obratl, event. processus spinosi) a "ligamentózních brzd" (p i flexi se napínají kloubní pouzdra). Tyto mechanismy jsou patrné ze schématu na **obrázku 4**.



Obr. 4. Kontrola pohyblivosti mobilního segmentu pomocí "ligamentózních brzd" a "kloubních zarážek" v biomechanickém modelu páte e dle Louise.



Obr. 5. Schéma osifikačních center obratle.

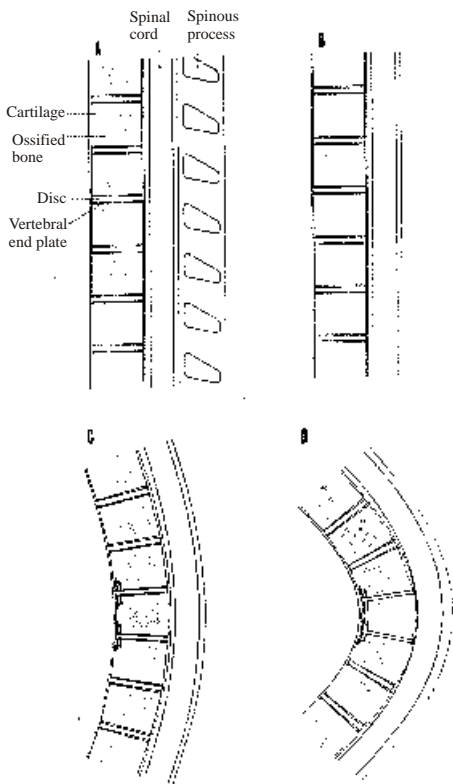
Louisova teorie je nejnázne pochopitelná na modelu t ínohé "barové židli ky" vysv tlující ztrátu stability systému p i porušení integrity jednoho ze t í sloupc . Model vyhovuje pro posuzování stability jak zdravé, tak i degenerativn zm néné

nebo poranéné páte e. Jednotlivé sloupce Louisova modelu a jejich prostorové rozmíst ní odpovídá umíst ní osifikačních jader v obratli, **obrázek 5**. Touto teorií Louis vysv tluje i poruchyr stu páte e.

Patogeneze vzniku deformity po víceotážové laminectomii u d tí

Všechny p íiny vysoké incidence postlaminectomické deformity páte e u d tí zatím p esn neznáme. Aktinoterapie v oblasti páte e a poran ní facet (11) jsou dlouho známy jako d ležitý faktor. Existují experimentální i klinické zkušenosti, že ozá ení páte e m že zp sobit páte ní deformitu (21). D ležitá role facet pro stabilitu páte e je též dlouho známa ortoped m i neurochirurg m a byla demonstrována v experimentu na zví atech i na pitevních preparátech. Poran ní facet zp sobuje páte ní instabilitu jak u d tí, tak u dosp lých. U d tí však chirurgové b žn neresekují facety vyjma ojedin lých p ípad sutkovitých neurilemom , p esto však ani u d tí nem žeme vylou it možnost nepoznaného áste ného poškození facet. Sim et al. (1974) také uvádí p ípady mladých pacient , u nichž se vyvinula postlaminectomická deformita páte e, a to bez foramiektomie i irradia ce (24). Základní literální pramen, který pojednává o výše uvedené problematice, je Raimondiho práce z roku 1976 o **laminotomii a rekonstrukci spinálního oblouku v d tské spinální chirurgii** (18). Veškeré pozd jší práce vlastn vycházejí z jeho klinických zkušeností. V patogenезi vývoje postlaminectomické deformity páte e u d tí hrají významnou úlohu dva faktory. Prvním je viskoelastická zbývající dorzálních vaz po provedení laminectomii, druhým pak vznik klínovité deformity t la obratle, které u d tí ješt

není úplně osifikováno. Přestože nechceme snižovat význam prvního faktoru, podle rtg snímků se zdá, že vznik klínovité deformity obratlového těla má vliv na vznik postlaminektomické deformity podstatně v tš. Mechanismus vývoje tohoto druhu deformity u d t je znázorněn na obrázku 6 (28).



Obr. 6. Schématické znázornění mechanismu vývoje klínovité deformace těla obratle po víceúrovňové laminectomii u d t (28).

6 a. Před laminectomií.

6 b,c,d. Při ztrátě zadních elementů páteře se zvyšuje zátěž v oblasti přední

části těla obratle, jeho chrupavčitá část je stlačována a vzniká klínovitá deformita.

6 d. Progrese klínovité deformity.

Dsledkem víceúrovňové laminectomie je ztráta zadních elementů páteře a přemístění vektoru síly (komprese) do přední části těla obratle. Tyto síly se zvyšují především při flexi páteře. Tlak na zadní části obratlových těl se rozděluje intervertebrálními klouby. Jestliže je opakovaně zatlačována přední část obratlového těla zvyšujícím se tlakem, dochází k vývoji klínovité deformity. U dítěte je totiž obratlové tělo neúplně osifikováno a je složeno z části z tkáně kostní, z části z tkáně chrupavčitě, která má podstatně menší odolnost vůči statickému zatížení. Pokud není učiněn pokus o korekci této deformity, pak progreduje tím, že napínající flexionální síla působí na insuficientní zbývající zadní struktury (kapsulární vazby facetových kloubů). Zvýšená viskoelastická vazbu d t a ztráta ostatních dorzálních podpůrných struktur (interspinální vazby) po laminectomii způsobuje **pseudoluxaci** v intervertebrálních kloubech a podstatně snížení jejich stabilizační funkce. Tím se dále zvyšuje tlak na přední část obratlového těla a circulus vitiosus se tak uzavírá. Znalost tohoto mechanismu nám umožní pochopit, proč postlaminektomická deformita páteře u d t vznikla, i když víceúrovňová laminectomie byla provedena opatrně bez poranění facetárních kloubů.

RTG nálezy

Na rtg snímcích páteře po provedení víceúrovňové laminectomie je možno u

d tí nalézt dva typy patologicko-anatomických zm n (28). Snímky provádíme na speciální 100 cm dlouhé a 40 cm široké formáty v obou základních projekcích.

Prvním typem je klínovitá deformita ventrální části obratlového t la, druhým pak je patologicky zvýšená pohyblivost v meziobratlových prostorech páte e. Yasuoka (28) našel na rtg snímcích páte e tuto deformitu u 6 z 9 vyšet ovaných d tí po víceúrov ové laminektomii. U t chto d tí nebyla sou asn provedena foraminektomie. Na bo ních rtg projekcích zjis ujeme stupe deformity zm ením kyfotické k ivky metodou dle Cobba. Sekundární zm nou je pak "subluxace" i "pseudosubluxace" obratle pi porušení souvislé linie jdoucí podél zadní hrany obratlových t l. Druhým typem patologického nálezu na rtg snímcích páte e po víceúrov ové laminektomii u d tí je zv tšená pohyblivost meziobratlových prostor , kterou Yasuoka zjistil u 3 z 9 vyšet ovaných d tí. U t chto pacient docházelo pi extenzi krku k rozší ení p ední části intervertebrálních prostor a zároveň pi flexi kr ní páte e k rozší ení zadních částí. Stupe páte ní deformity bývá obecn v tší u d tí s klínovitou deformitou obratlových t l než u d tí se zvýšenou pohyblivostí meziobratlových prostor. U t chto dvou typ deformit nezjistil autor žádnou závislost na v ku pacient , na po tu odstran ných obratlových oblouk í na typu primárního onemocnění. Charakteristickým nálezem na rtg snímku páte e po laminektomii je u dosp lých pacient subluxace obratlových t l, zatím co u nich nenacházíme klínovité deformity obratlových t l. Rozdíl v rtg nálezech na páte i u d tí a u dosp lých je klí em k

porozum ní mechanismu a rozdílné incidence t chto deformit v závislosti na v ku. Dva typy zm n na rtg snímcích páte e u d tí po provedení n kolikaúrov ové laminektomie bez foraminektomie (klínovitá deformita p ední části obratlového t la a zvýšená pohyblivost meziobratlových prostor) dokazují, že nekompletní osifikace obratlového t la a zvýšená viskoelastická zadních intervertebrálních vaz u d tí jsou zodpov dné za vývoj postlaminektomické deformity, i když pi operaci nedošlo k porušení facetárních kloub .

Incidence deformity

Z literatury (29) je z ejmé, že je velmi obtížné ur it p esnou incidenci postlaminektomické deformity páte e u d tí. Absolutní po et t chto d tských pacient je totiž mnohem menší než dosp lých. V tšina víceetážových laminektomií u d tí je provedena u traumat páte e, maligních tumor , vrozených páte ních deformit a dalších afekcí, které m ní anatomickou strukturu páte e a mohou tedy být samy o sob pi inou deformity páte e. Tyto nemocné musíme tedy z našeho sledování vy adit. Stejn tak pacienti, kte í podstoupili aktinoterapii, a nemocné s krátkou dobou p ežívání nem žeme za adit do souboru, který by m l ur it incidenci deformity páte e po víceúrov ové laminektomii. Tachdjian a Matson (1965) popisují 115 d tí operovaných pro intraspinální tumory. Auto i v tomto souboru objevili 30 pacient , u nichž se vyvinula následná kyfóza (26). Ze 115 pacient 1/3 zem ela do 3 let (neuroblastomy, metastatické tumory) a následné rtg vyšet ení páte e bylo proto získáno jen u 60 d tí. Yasuoka ve svých souborech, z nichž byli vy azeni

pacienti s krátkodobým p ežíváním a s maligními tumory, popisuje **46 % incidence** postlaminektomické deformity (29).

D ležitým faktorem, který ma vliv na incidence postlaminektomické deformity, je **lokalizace laminektomie**. To ale spíše potvrzuje práce Tachdjiana a Matsona (26), která uvádí velmi vysokou incidence v **cervikální a cervikotorakální oblasti**. Z 9 pacient , jež podstoupili víceúrov ovou laminektomii v této oblasti, se u 8 vyvinula spinální deformita. Naproti tomu po bederních laminektomiích stejného rozsahu byla tato deformita zjišt na na rtg snímcích jen u 2 z 5 nemocných. Nedošlo zde též k hyperlordóze bederní páte e, jak byla popsána Ingramem a Matsonem. Yasuoka (28) a Fraser (7) našli p ímou závislost mezi místem provedené laminektomie a vznikem páte ní deformity.

ím výše je úrove provedené víceúrov ové laminektomie, tím v tší je pravd podobnost vzniku postlaminektomické deformity. Tento záv r potvrzuje i práce Abbota /1992/ (1). Autor popisuje v tší incidenci poopera ní páte ní instability na kr ní a hrudní páte i. Zárove uvádí, že není možné s ur itostí p edpov d t pravd podobnost vzniku spinální postlaminektomické deformity u d tí, protože elasticita zadních spinálních vaz je r zná.

asový odstup mezi provedením laminektomie a rtg nálezem páte ní deformity je velmi r zný a jeho rozsah je zna n široký. Ve studii Yasuoky první známky deformity byly zjišt ny mezi 2. až 92. m sícem po operaci. Po áte ní známky klínovité deformity t l obratl u d tí byly shledány mezi 19. - 92. m sícem po laminektomii (pr m r 49,9 m síce). Deformita charakterisovaná zvýšenou

pohyblivostí meziobratlových prostor vzniká d íve mezi 2. až 4. m sícem po operaci (28).

Prevence deformity páte e u d tí po víceúrov ové laminektomii

Názory na prevenci postlaminektomické deformity páte e u d tí jsou i po pe livém prostudování literatury zna n protich dné. Všichni auto i zabývající se touto problemikou se shodují v názoru, že i po správn provedené laminektomii ve více etážích m že dojít k následné kyfotizaci a instabilit páte e. Tato postlaminektomická deformita nemusí být podmín na peropera ním poran ním facetových kloub , ani následnou aktinoterapií. Konkrétní opat ení sm ující k prevenci této deformity se u jednotlivých autor liší. Prevenci poopera ní deformity páte e m žeme obecn rozd lit na primární a sekundární. Úkolem **primární** prevence je najít takovou modifikaci chirurgického p ístupu do páte ního kanálu, p i kterém dojde k minimálnímu narušení kostních a vazivových struktur páte e a zabrání se tak následné spinální instabilit s kyfotizací a p ední subluxací v intervertebrálních kloubech. Cílem je udržet normální architekturu d tské páte e, jež se nachází v období r stu. Cílem **sekundární** prevence je po již provedené víceúrov ové laminektomii zabránit konservativním nebo chirurgickým postupem vzniku postlaminektomické deformity.

Primární prevence postlaminektomické deformity u d tí

Osteoplastická laminotomie.

U dosp lých pacient závisí stabilita páte e p edevším na intaktních meziobratlových kloubech, zatímco role ostatních struktur je relativn mén d ležitá. Obratle dít te jsou

naproti tomu vyvíjející se struktury, pro které jsou vyvážené mechanické stimulace nezbytné k zajištění normálního růstu. Deformita a instabilita páteře vzniká za situace, kdy chybí některých kostních a vazivových struktur dochází k neuromuskulární dysbalanci. Takovéto podmínky mohou vyvolat také nekolektivní laminektomie, jež tímto destruuje zadní struktury rostoucí páteře. Obratlové oblouky a spinózní výběžky, jsou normálně pružně spojeny interlaminárními a interspinálními vazy. Tyto struktury jsou však při laminektomii odstraněny a po zhojení nahrazeny méně cennou žilnatou tkání, na kterou pak inzerují paraspinální tkáně.

Raimondi et al. /1976/ (18) předložili možnost náhrady klasické víceúrovňové laminektomie **osteoplastickou laminotomií** s rekonstrukcí obratlového oblouku. Tato operace umožňuje stejný extenzivní přístup do páteřního kanálu jako laminektomie, ale její výhodou je podmínka anatomická rekonstrukce obratlových oblouků a reinserce interspinálních a interlaminárních vazů, jakož i paravertebrálního svalstva. Je zajímavé, že první popis "en bloc" laminotomie pochází od slavného českého chirurga Maydla z roku 1884. Osteoplastická laminotomie je ve zkušených rukách snadno proveditelná, zlepšuje mechanickou ochranu míchy vrácením kostní laminární stěhy a zlepšuje kosmetický vzhled zhojené rány.

Autor této operativní techniky, vynikající český neurochirurg A. Raimondi, stanovil přesná indikační kritéria osteoplastické laminotomie, jež jsou uvedena v **tabulce 1**. U dětí do 1 roku provádí osteoplastickou laminotomii již při přístupu v rozsahu jednoho obratlového oblouku. U dětí mezi

1-15 lety při rozsahu dvou i více obratlů a u pacientů starších 15 let, pokud nepůjde o získání přístupu do páteřního kanálu v rozsahu tří a více obratlových oblouků. Bez ohledu na věk pacient nebo rozsah intraspinnální léze provádíme osteoplastickou laminotomii u všech nemocných s traumatem páteře, syringomyelií, hydromyelií a tuberkulózní spondylitidou. Laminotomii neprovádíme naopak u pacientů s rozsáhlými epidurálními metastázami

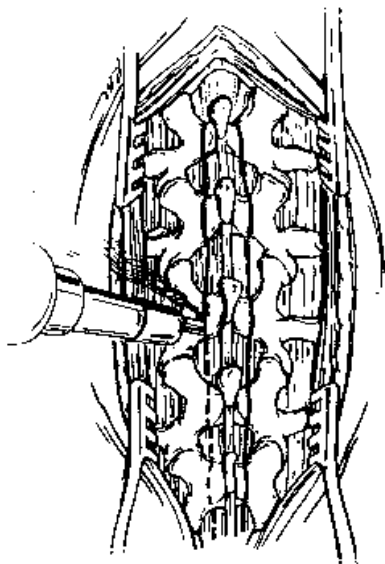
Tabulka 1: Kritéria pro provedení osteoplastické laminotomie podle věku a podle nutného rozsahu přístupu do páteřního kanálu.

věk	do 1 roku	1-15 rok	nad 15 let
počet	již jeden	dva a více	tři a více
odklopených obratlových oblouků			

Chirurgická technika osteoplastické laminotomie

Skeletizaci provádíme v rozsahu od jednoho obratle nad plánovaným rozsahem laminotomie po jeden obratel pod ním. Například máme-li odklopit blok obratlových oblouků od C3 k Th4, musíme provést skeletizaci od oblouku C2 po Th5. Svalové a vazivové úpony oddělujeme od obratlových oblouků tupě, a to postupným zaváděním preparativních longet pomocí raspatoria, při němž periost a interspinální vazy zachováváme intaktní. Laterální a artikulační facet provádíme skeletizaci s velkou obezpečností, abychom neotěvřeli kloub a nepoškodili kloubní pouzdro. Uzavení rány po vrstvách je usnadněno,

jestliže ponecháme proužek sval a vaz na spinální apofýze. Interspinózní vaz p erušujeme nožem nad prvním obratlem úseku páte e, který má být odklopen, až uvidíme v ez u vyh ezávající epidurální tuk. Tím jsme se dostali do lumen páte ního kanálu. ez rozší ujeme oboustrann lateráln a protínáme tak žlutý vaz. Interspinózní a interarkuální vaz musíme pro íznout ve st edu jejich délky, aby bylo možno je v záv ru operace snadno sešít.

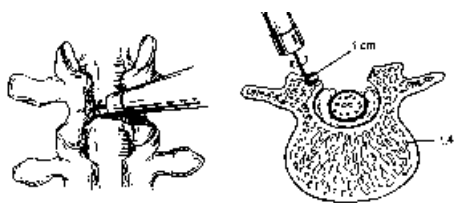


Obr. 7. Znázorn ní linie laminotomické osteotomie mediáln od artikulárního výb žku (28).

Pokud bychom je pro ali t sn p i kosti, pak by to znemožnilo jejich suturu po ukon ení ásti operace v páte ním kanálu. Stejný postup pak opakujeme ve vazivovém prostoru mezi obratlovými trny

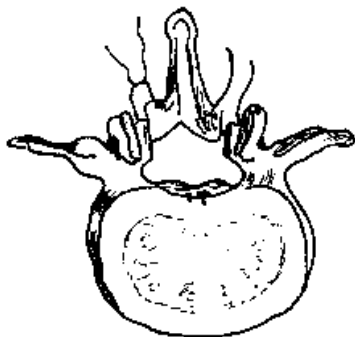
a oblouky na dolním konci odkláp něho úseku. Laminární osteotomie je provedena **vysokoobrátkovou frézou** podél linie probíhající rozhraním p echodu laminy v artikulární výb žek, **obrázek 7**. Zasunutí zahnutého disektoru pod laminu pomáhá operátorovi identifikovat mediální plochy pediklu a m že být použit i k ochran epidurálních cév b hem laminotomie. Raimondi provádí laminotomii frézou vedenou ve sm ru plánované linie. Tento zp sob je bezpe n jší než provedení laminotomie opakovanými kolmo vedenými návrty. Jemné odsávání v úzké linii laminotomie umož uje operátorovi p ehled v celé její délce. Když je laminární incize dokon ena, oblouky se postupn snadno vypá í zaklín ním malého disektoru do rýhy laminotomie a jeho otá ením. Tento postup se opakuje sm rem vzh ru od jedné laminotomie k druhé nejprve na jedné stran a poté i na stran druhé. Když jsou tímto všechny laminy uvoln ny, laminární blok skládající se z obratlových oblouk , intaktních interspinózních a žlutých vaz (pouze nejvyšší a nejnižší jsou incidovány), m že být odklopen sm rem nahoru a poté do asn z opera ního pole odstran n. Odklopení zahájíme nadzvižením nejnižších spinózních výb žk , ímž jsme odkryli ídkou pojivovou tká a malé cévy v epidurálním prostoru. Tampóny i sušící tverce vkládáme podél ventrální plochy obratlových oblouk , pomáhají p i odklopení oblouk a sou asn chrání duru. Ostrá preparace volného pojiva zamezuje tvorbu sr st . Vyjmutý laminární blok uchováváme ve fyziologickém roztoku o teplot 37° C, aby nedošlo k vysušení vazivových struktur laminárního krytu.

Když je intraspinální výkon ukon en a dura mater je uzav ena, laminární št p



Obr. 8. Vyvrtnání drobných otvor v obratlových obloucích pro provlečení šicího materiálu (28).

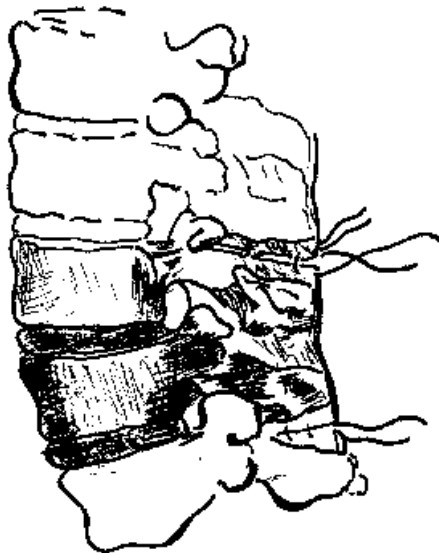
vracíme do jeho p vodní anatomické polohy. Symetricky vyvrtnané malé otvory, **obrázek 8**, na každé stran laminotomické incize jsou p iloženy p esn u sebe a po ínaje nejnižší laminou postupujeme sm rem nahoru a skrz p edvrtnané otvory uzlíme šicí materiál, **obrázek 9**.



Obr. 9. Sutyry jsou vedeny skrz vyvrtnané otvory a spojují laminotomický blok s pedikly obratl (28).

Jakmile ukoníme tuto fázi operace ve sm ru zdola nahoru, obratlové oblouky jsou uloženy ve své normální anatomické pozici. Ligamenta flava a ligamenta

interspinalia na nejnižším a nejvyšším obratlovém oblouku a spinózním výb žku laminárního bloku jsou sešita v anatomickém postavení, ímž dopl ují rekonstrukci laminárního bloku, **obrázek 10**.



Obr. 10. Interspínózní vazy jsou sešity k sob (28).

Když odstraníme rozv ra e rány, paravertebrální svaly zaujmou svoji anatomickou pozici a p íšijeme je k interspínózním a supraspínózním vaz m, aby umožnili vyvážené pohyby páte e a stabilitu v oblasti laminotomie. Abott (1992) považuje tuto opera ní techniku za zdlouhavou a sám provádí osteoplastickou laminotomii jediným p ejetím **kraniotomu** oboustrann (1). Tato technika dle autora umož ůje zkrátit dobu

operace v průměru na 5 minut na jednu etáž a je pítom stejn bezpe ná.

Poopera ní lé ení a sledování.

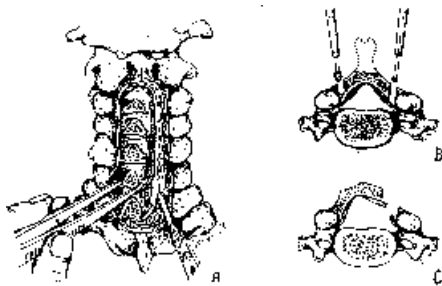
Dle Raimondihoo poopera ní terapie spo ívá v p íslušné striktní imobilizaci hrudní i bederní páte e korsetem nebo kr ní m límcem v p ípad kr ní páte e. Rtg vyšet ení provedeme ihned po operaci a dále v m sí ních intervalech. Ve 3., 6. a 12. m síci jsou pak dopl nny dynamické rtg snímky v extenzi a ve flexi páte e. Jakmile na rtg snímku páte e objevíme známky kompletního zhojení v míst osteotomie, nedáme další rtg kontrolní vyšet ení a dít ti povolujeme normální pohybovou aktivitu (18). Milhorat (1978) ve své publikaci užívá stejný postup (16).

Zcela odlišný názor na poopera ní režim má Abott (1992). Svě pacienty v bec neimobilizuje a ihned po operaci je zahájena **asná rehabilitace**. Tvrdí, že p í tomto postupu se nesetkali s výskytem pseudoartrózy v míst laminotomie (1).

Jinou možností primární prevence postlaminektomické deformity páte e navrhují Cattle a Clark (1967), a sice provedení posterolaterální fúze souasn s laminektomií (4). Abott (1992) však navrhuje souasně provedení zadní fúze souasn s víceúrovňovou laminektomií pro možnost v tšího krvácení a zvýšení morbidity (1). Smith a Robinson (1958) navrhli **p ední fúzi** ješt p ed provedením extenzivní víceetážové laminektomie (25). Techniku kombinace víceúrovňové laminektomie s p ední i posterolaterální fúzí rozpracovali Robinson a Southwick v roce 1960 (20). Postup p í této posterolaterální fúzi dopl ující víceúrovňovou laminektomií, která spo ívá ve vyvrtání malých otvorů v dolních kloubních výb žcích v segmentech p edpokládáné

laminektomie a protažení ocelového vázacího drátu skrze n do kloubních št rbin. Po provedení víceúrovňové laminektomie v tomto úseku páte e je fixujeme drát nými smykami vedenými kolem kortikospongiosních podélných št p . Poopera ní imobilizace spo ívá v 4 až 6 týdenním pobytu na l žku s p ípadným dopl ním "halo trakce" s tahem 2,5 kg. Vertikalizace je podmíněna naložením korsetu i kr ní ortózy, kterou auto i ponechávají po dobu 4-6 m síc až do dosažení pevné fúze. Pokud je nutná asná vertikalizace, je vhodn jší fixace pomocí "halo vest".

Dalším chirurgickým postupem áste n šet ícím zadní struktury páte e je technika "**open-door expansive laminoplasty**" poprvé uvedená v japonském písemnictví. Užívá se v p ípadech, kdy je nutné provést dekompresi vaku tvrdé pleny, resp. páte ního kanálu. Technika dle japonského autora Tsujihoo (27) je schématicky znázorněna na **obrázku 11**.



Obr. 11. Open-door expansive laminoplasty dle Tsujihoo (27).

Po oboustranné skeletizaci resekuje spinózní výb žky v dané úrovni páte e v požadovaném po tu segment . Po doko-

nalém odstraní mkkých tkání až po laterální okraj intervertebrálních kloubů vyfrézujeme oboustranně podélný žlábek v místě přechodu laminy v intervertebrální kloub. Autor doporučuje použít frézu s vrtákem s diamantovou hlavou. Prodloužené žlábkové odpovídajícím segmentem prohloubíme skrz celou tloušťku obratlového oblouku až ke žlutým vazům. Opatrně otevřeme ligamenta flavum kranioiálně a kaudálně a na jedné straně laterálně uvolníme laminy jemným pootočením vzhledem s odpreparováním dury. Uvolněný kostní lalok má že nyní volně spočívat a pulsovat nad sebou.

Po intraspinálním výkonu přišijeme kostní lalok neresorbovatelnými stehy od lig. flavum ke svalu a fascii na straně ligamentosního pantu. Nakonec ránu uzavřeme obvyklým způsobem. Po operaci ponecháváme pacienta dva až tři týdny na lůžku. Korset i krční ortézu aplikujeme poté na dobu 6-12 týdnů dle rtg známek zhojení.

Závěrem této kapitoly je nutné poznamenat, že význam primární chirurgické prevence postlaminektomické deformity u dětí nebyl dosud plně prokázán a je nezbytné získat další zkušenosti a provést následně rozsáhlejší studie.

Sekundární prevence postlaminektomické deformity u dětí

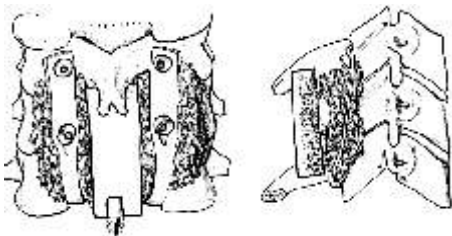
Cílem sekundární prevence je buď konzervativním nebo chirurgickým postupem následně zabránit vzniku postlaminektomické deformity po provedení víceúrovňové laminectomie. Abychom zastihli po nejvíce stádiu deformity páteře po této operaci, je nutné zavést u operovaných dětí systém klinických kontrol doplněných rtg vyšetřeními páteře. Intervaly mezi

jednotlivými rtg kontrolami po operaci se liší podle různých autorů. Abbot (1992) například provádí rtg snímky páteře po 1 a 3 letech po operaci (1). Raimondi (1976) naproti tomu provádí rtg snímky v měsících intervalech, a ve 3., 6. a 12. měsíci pak ještě doplněně dynamické rtg vyšetření provedené ve flexi a v extenzi páteře. Jakmile po laminotomii nalezneme na rtg snímků známky kompletního zhojení v místě osteotomie, další snímky již neděláme a navíc dítí povolíme normální pohybovou aktivitu (18).

Pooperační korzetoterapie je též předmětem diskuzí. Neurochirurgové ji obvykle ale opomíjejí. Raimondi (18) délku korzetoterapie po provedené osteoplastické laminotomii ve své práci nespécifikuje. Doba imobilizace operované páteře potěbně ke zhojení kostní tkáně a prevenci vzniku pakloubu závisí především na věku pacienta a na rozsahu laminotomie. Vycházíme-li z patogeneze postlaminektomické deformity páteře u dětí, je korzetoterapie teoreticky nutná až do ukončení růstu obratle. Jedině tak můžeme zabránit vývoji klínovité deformity obratle, jež je důležitým článkem bludného kruhu, končího kyfotickou deformitou páteře a se subluxací v intervertebrálních kloubech. Pooperační fixaci páteře korsetem doporučuje ve své práci Sim (1974) (24). Yasuoka zjistil, že těmto pacientům, u nichž se později vyvinula postlaminektomická deformita páteře, nenosili po operaci korset i krční ortézu. Autor si není zcela jist, zda takováto pooperační imobilizace může deformit zabránit (28).

Chirurgické možnosti sekundární prevence postlaminektomické deformity páteře spočívají buď v provedení **přední intersomatické fúze** nebo **spondylodézy**

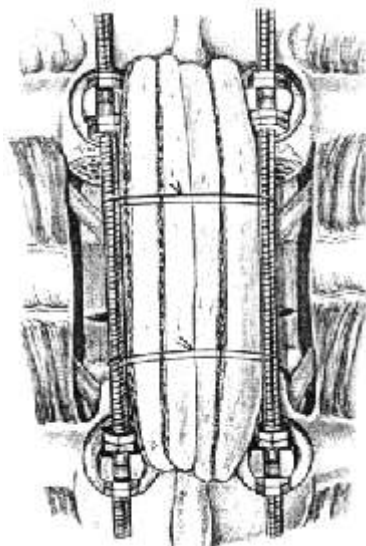
posterolaterální, a to v době, kdy ještě nedošlo ke vzniku významné kyfotizace páteře. Zadní fúze patří podle našeho názoru v těžišti, nebo kosti nechráněná mícha je zezadu chirurgickým zákrokem snadno zranitelná. Principy těchto operací jsou schématicky znázorněny na **obrázcích 12 a 13**.



Obr. 12. Zadní spondylodéza H-auto-logním štěpem a osteosyntéza hákovými dlahami (8).

Naše zkušenosti v prevenci a léčbě postlaminektomické deformity u dětí

Podle vlastních i literárních zkušeností indikuje použití trupové i krční ortézy v prevenci postlaminektomické deformity páteře u dětí ortoped se zkušenostmi spondylochirurgické problematiky. Své rozhodnutí konzultuje přitom s dětským neurochirurgem a onkologem v závislosti na základní diagnóze, pro kterou byla operace na páteři provedena. V úvahu se bere i typ této operace (laminektomie v jedné i více etážích, osteoplastická laminotomie). U pacienta, který je indikován k operaci páteře, přičemž se předpokládá zásah do její stability, protetik odeberá odlitek nutný ke zhotovení korzetu. Další odlitek se zhotovuje bezprostředně po operaci, kdy pacient ještě není vertikalizován. Ortézu nasazuje



Obr. 13. Osteosyntéza dle Zielkeho a zadní spondylodéza kortiko-spongiózními štěpy (8).

protetik za asistence ortopeda. Poté jsou provedeny její konečné úpravy a je zahájena léčba ortézou. Souasně s kladně instruujeme jak pacienta, tak i jeho rodiče o principu korzetoterapie a jejích rizicích. První kontrolu po nasazení korzetu provedeme ve spondylochirurgické ambulanci za měsíc po jeho nasazení. Samozřejmostí je okamžitá kontrola při jakýchkoli obtížích. Aby tato léčba byla úspěšná, musí pacient nosit korzet 23 hodin denně. Bezpodmínečně nutná je denní toaleta kůže, lihovými roztoky a rehabilitační cvičení v etně cvičení dechových. Dispensární kontroly jsou obvykle prováděny každé 3 měsíce a dvakrát ročně doplníme rtg vyšetření páteře v obou projekcích. Na snímcích

sledujeme, zda nedochází k rozvoji postlaminektomické deformity páte e. P esné stanovení délky nošení kr ní i trupové fixa ní ortézy k prevenci postlaminektomické deformity páte e u d tí je obtížné ur it. Obecným cílem této lé by je dovést pacienta do v ku, kdy je již ukon ena osifikace jeho obratl a pominulo tak riziko vzniku klínovité deformity obratlových t l, jež hraje významnou roli v patogeneze této deformity. Délka lé by ortézou je též ovlivn na indikaci jejího nasazení (**prevence i lé ba** post laminektomické deformity), **rozsahem víceetážové laminektomie** a **v kem**, kdy operace byla provedena.

Indikace k nasazení kr ní i trupové ortézy po víceetážové laminektomii i podobné operaci, destabilizující páte (30):

1/ bezprost edn po provedení jednoduché nebo víceúrov ové laminektomie i osteoplastické laminotomie, a to ješt p ed vertikalizací pacienta (**prevence postlaminektomické deformity**).

2/ p i zjišt ní po ínajících známek kyfotizace páte e následkem provedení jedné nebo více laminektomií i osteoplastické laminotomie (**konzervativní terapie** této deformity).

3/ po sejmutí Cotrelova sádrového korsetu, který byl nasazen po **preventivní** stabiliza ní operaci páte e. Tyto operace jsou indikovány vždy, když zjistíme progredující zhoršení stability páte e.

4/ po sejmutí Cotrelova sádrového korsetu užitého po stabiliza ní operaci páte e v rámci **chirurgické terapie** již vzniklé a progredující postlaminektomické deformity páte e.

5/ jako **paliativní terapie** progresivní kyfotizace instabilní páte e, kdy víceúrov ová laminektomie byla provedena pro maligní nádor v této lokalizaci. V takové situaci není indikována stabiliza ní operace páte e.

Terapie postlaminektomické deformity u d tí

Callahan et al. (1977) popisuje svou zkušenost se **zadní kr ní fasetovou fúzí** p i instabilit po laminektomii (3). Podle Yasuokiho (1981) je naopak pro stabilizaci páte e po víceetážové laminektomii preferována **p ední fúze** (28). Jak již bylo zmín no, zadní fúze s sebou nese vyšší riziko poran ní zezadu nechrán né míchy. Nadto je z klinických zkušeností známo, že p i t žké kyfóze zadní fúze obvykle selhává. **P ední intersomatická spondylodéza** umož ňuje pevné umíst ní kostních št p a jejich následnou dobrou vaskularizaci. Obecným postupem p i lé b po ínající postlaminektomické kyfotické deformity páte e je nasazení torakolumbálního korsetu i kr ní ortézy (podle lokalizace provedené laminektomie). Pokud neusp jeme tímto konzervativním postupem, pak další lé bou je dlouhotrvající **"halo" trakce**. Až po jejím selhání a zjišt ní další progrese kyfotizace páte e indikujeme p ední fúzi. Fraser (7) ve své práci naopak navrhuje p ední intersomatickou fúzi a doporu ňuje provést sou asn s víceetážovou laminektomií i zadní spondylodézu. Nevýhodu p ední spondylodézy spat ňuje v její relativní instabilit bezprost edn po operaci a v nutnosti následné korzetoterapie.

Záv r(30)

1. Postlaminektomická deformita páte e u d tí se m že vyvinout i bez iatrogenního poran ní intervertebrálních kloub a bez ozá ení páte e.

2. Za rozvoj této deformity páte e je u d tí zodpov dná zvýšená viskoelastická zbyvajících dorzálních vaz po provedené víceetážové laminectomii a také nedokon ená osifikace obratlových t l.

3. D ležitým faktorem ve vývoji deformity páte e po rozsáhlých laminectomiích je i v k pacienta a místo laminectomie.

4. Z opera ních metod lé by postlaminektomické deformity páte e je v tšinou autor preferována p ední intersomatická fúze. Doporu uje se asné provedení p ední fúze, ješt než vzniknou t žké kyfotické deformity.

5. Zmín ná patogeneze vývoje postlaminektomické deformity páte e u d tí jednozna n mluví ve prosp ch osteoplastické laminotomie s anatomicou rekonstrukcí páte ního kanálu a pro opušt ní dosud obecn užívané víceúrov ové laminectomie.

Literatura

1. Abbott, R.: Osteplastic Laminotomy in Children. *Pediatr Neurosurg*, 18, 1992, s.153-156.

2. Borovanský, L. a kol.: *Soustavná anatomie lov ka. Díl I.* Praha, Avicenum, 1976.

3. Callahan, R. A., Johnson, R. M., Margolis, R. N., Keggi, K. J., Albright, J. A., Southwick, W. O.: Cervical facet fusion for control of instability following laminectomy. *J. Bone Joint Surg. (Am)*, 59A(8), 1977, s.991-1002.

4. Cattell, H. S., Clark, G. L. Jr.: Cervical

kyphosis and instability following multiple laminectomies in children. *J. Bone Joint Surg. (Am)* 49A, 1967, s.713-720.

5. Denis, F.: Spinal instability as defined by three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop*, 189, 1984, s.65.

6. Epstein, F., Epstein, N.: Surgical treatment of spinal cord astrocytomas of childhood. *Neurosurg* 57, 1982, s. 689-689.

7. Fraser, R. D., Patterson, D. C., Simpson, D. A.: Orthopaedic aspect of spinal tumors in children. *J. Bone Joint Surg. (Br)* 59B, 1977, s.143-151.

8. Grewe, H. E., Kremer, K.: *Atlas chirurgických operací.* Praha, Avicenum, 1987.

9. Kiss, F., Szentágothai, J.: *Anatomischer Atlas.* Budapest, Medicina-Verlag, 1979.

10. Krbec, M.: *Sou asný pohled na biomechaniku, klasifikaci a opera ní lé ení zlomenin thorakolumbální páte e.* Habilita ní práce. Praha, 1992.

11. Lonstein, J. E.: Post-laminectomy kyphosis. *Clin. Orthop* 128, 1977, s. 93-100.

12. Louis, R.: *Chirurgie de rachis.* Berlin-Heidelberg - New York, Springer, 1982.

13. Louis, R., Bonsignour J. P., Ouiminga, R.: Réduction orthopédique controlée des fractures du rachis. *Rev. Chir. Orthop.*, 61, 1975, s.323.

14. Louis, R.: Therapeutic indications for spinal injuries. In: *Traumatology of the spine column.* Proceedings of the I. Viennese workshop ICS, ed. Vécsei, V. Informatica, Wien, 1982.

15. Louis, R.: Spinal stability as defined by three-column spine concept. *Anat. Clin.*, 7, 1982, s.312.

16. Milhorat, T. H.: *Pediatric*

Neurosurgery. Comtemp. Neurol. Ser. 16, 1978.

17. Nauer, R., Kerschbaumer, F., Poisel, S.: Orthopaedische Operations-lehre, Bd.1.:Wirbelsaule. Stuttgart, Georg Thieme Verl., 1991.

18. Raimondi, A. J., Gutierrez, F. A., DiRocco, C.: Laminotomy and total reconstruction of the posterior spinal arch for spinal canal surgery in childhood. Neurosurgery, 45, 1976, s. 555-560.

19. Riseborough, E. J.: Irradiation induced kyphosis. Clin. Orthop. 128, 1975, s. 101-106.

20. Robinson, R. A., Southwick, W. O.: South. Med. Gentlemen, 53, 1960, s. 565.

21. Rogers, L.: The surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy: Mobilisatio of the complete cervical cord into an enlarged canal. J. Bone Joint Surg. (Am) 56A, 1974, s. 564-580.

22. Roy-Camille, R.: Rachis dorsolumbale traumatique non neurologique. Paris, Masson, 1980.

23. Roy-Camille, R., Saillant, G., Mammoudy, P., Leonard, P., Ciaudo, O.: Management of fresh fractures of thoracic and lumbar spine: Traumatology of the spine column. Proceedings of the I. Viennese workshop ICS, ed. Vecsei, V. Informatica, Wien, 1982.

24. Sim, F. H., Svien, H. J., Bickel, W. H., Janes, J. M.: Swan-neck deformity following extensive cervical laminectomy. J. Bone Joint Surg. (Am) 56A, 1974, s. 564-580.

25. Smith, G. W., Robinson, R. A.: The treatment of certain cervical-spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. J. Bone Joint Surg. (Am) 40A, 1958, s. 607-624.

26. Tachdjian, M. O., Matson, D. D.: Orthopaedic aspects of intraspinal tumors in infants and children. J. Bone Joint Surg. (Am) 47A, 1965, s. 223-248.

27. Tsuji, H.: Technique of expansive laminoplasty. Spine, 7, 1982, s. 28.

28. Yasuoka, S., Peterson, H. A., Laws, E. R. Jr, et al: Pathogenesis and prophylaxis of postlaminectomy deformity of the spine after multiple level laminectomy: difference between children and adults. Neurosurgery, 9, 1981, s. 145-152.

29. Yasuoka, S., Peterson, H. A., MacCarty, C. S.: Incidence of spinal column deformity after multilevel laminectomy in children and adults. Neurosurgery, 57, 1982, s. 441-445.

30. Zubina, P.: Postlaminektomická deformita páte e po víceúrovňové laminektomii v d tském v ku. Atesta ní práce, Praha, Ortopedická klinika IPVZ, 1996.

MUDr. Petr Zubina
Neklanova 2
128 00 Praha 2

**BIOMECHANICKÉ, KRIMINALISTICKÉ, LÉKAŘSKÉ
A ANTROPOGENETICKÉ ASPEKTY NÁLEZU
MUMIE Z OETZTALU**

M. Kuklík¹⁾, W. Heinrich²⁾

Ústav biologie a genetiky 2. LF UK Praha¹⁾

Institut für Mittelalterliche Realienkunde Oesterreichs Krems an der Donau²⁾

Úvod (17)

Nález mumie z Oetztalu v jižním Tyrolsku vzbudil velký zájem odborných kruhů, ale i ve společnosti. Jednalo se o náhodný výlet manželského páru Simonových z Norimberka v Tyrolsku 19. září 1991. Při vysokohorské túře narazili západně od vrcholu Similaun (3606 m) na hlavním alpském hřebetu (Oetztaler Alpen) na horní polovinu těla mumie. Její horní část prolákliny (ledovcové vany). Domnívali se, že jde o zmrzlého horolezce nebo výletníka. Pohotovost zhotovili snímek (byl to poslední volný snímek na filmu v jejich fotoaparátu). Nález ohlásili v blízké chatě a na místo se vypravili rakouští záchranáři. Byl to první vážný případ, toho roku již sedmý. Vyprošovací práce byly prováděny postupně pro špatné počasí. Při vyprošování byl ponechán narušen levý bok těla. Poškozena byla také exponovaná oblast levého caput femoris. Při vyprošování byl ponechán nález mrtvé sekery s topkem. Při objevu mumie se při vyprošovacích pracích angažoval též rakouský horolezec R. Messner a jeho spolupracovníci. Při vodní odhadě stáří mumie byly okolo 50 let. Bylo

zjištěno též tetování na zádech (tělo leželo na prsou). V několika dnech se dostavily televizní štáby, rakouská a novozélandská televize. Další výzkum byl koordinován prof. Konradem Spindlerem, graduovaným v dějinách v archeologii a profesorem soudního lékařství a dalšími odborníky v oboru soudního lékařství na Univerzitě v Innsbrucku. O nález se postupně dozvěděli z denního tisku. Místo objevu je situováno na italském území v autonomní provincii Bolzano, asi 40 m za hranicemi. Podle dohody autonomní provincie Bolzano s Rakouskou republikou uložení mumie a v blízké koordinaci výzkumu bude vycházet z University v Innsbrucku v Tyrolsku.

Hlavní aspekty a charakteristiky

Nález má celou řadu soudních lékařských, antropogenetických, klimatologických a glaciologických souvislostí. Jak je možné, že mrtvola vydržela 5300 let? Tělo mrtvého bylo totiž mumifikováno, což je z hlediska thanatologie vysvětlováno tím, že po smrti bylo tělo, ležící ve skalní muldě vystaveno intenzivnímu teplému a suchému vzduchu. Potom bylo tělo pokryto sněhem a postupně uzavřeno do ledu, který od té doby nikdy neroztál. Z glaciologického hlediska

je pozoruhodné, že v r. 1992 tam byla 22 metr silná vrstva snhu, v roce 1991 došlo patrně k obdobné (přibližně) situaci jako tehdy v pravěku - v muldu bylo jen 50 - 80 cm ledu. Odtání snhu se vysvětluje všeobecně neobvykle teplým létem a ústupem ledovce v Alpách. V této souvislosti byly vykonány glaciologické analýzy a odkazujeme v tomto směru především na práci G. Patzelta (20) a na manuscript M. Kuehna (16). Klimatické podmínky v době života muže z Hauslabjochu byly zcela podobné přibližně době, pro která má teplota 5000 let př. n. l. byla o 1 stupeň vyšší než dnes. V souvislosti s nálezem se diskutují klimatické podmínky, oteplení ve 3. až 4. a v 9. - 10. století, která však nevedla k odstranění ledové a snhové pokrývky (zejména spoluprobíhající výskyt tlakových níží). V době objevu mumie byla velikost "bazénu" v němž mumie byla objevena - 20 m délky a 6 m šířky s tající vodou. Pouze horní část tla byla vystavena a viditelná. Můžeme předpokládat, že tělo bylo uloženo asi 5000 let v hluboké vrstvě ledu s konstantní vlhkostí asi 100 % a v průběhu sezonních variací bylo vystaveno teplotám v rozmezí 0°C v létě a -10°C v zimě. Kompletní ochrana těla má být vysvětlena jeho chráněnou polohou v tomto bazénu, který byl překryt ledem více než 5 metrů hlubokým. Byla to unikátní, šlápnutá šance, že tělo nebylo poškozeno smykovými silami v ledu (což souhlasí s jeho chráněnou pozicí). Podmínky ledovce jsou simulovány elektronicky monitorovaným a neustále kontrolovaným chladničným kovovým boxem s maximální vlhkostí 98 % a teplotou -6°C. V nepravidelných intervalech se provádí odběr vzorků tkání. (přemísťuje se do sterilního Microflow

boxu). Při této příležitosti se provádí vdecký výzkum. Vzhledem k zachování potrubné teploty nesmí být mumie mimo chladicí box déle než 30 min (pro nebezpečí hnilobných procesů),/12/.

Antropogenetický výzkum (2)

Pomocí data ních metod bylo stanoveno stáří od 5292 - 5342 let. Mumie byla prováděna nezávisle na sobě na 3 pracovištích. Tělo na sobě nezávislá mumie ukázala datum smrti mezi 3350 př. n. l. a 3300 př. n. l. s pravděpodobností 56 % dle kalibrační křivky, nebo mezi 3140 až 3120 př. n. l. s pravděpodobností 36 % nebo mezi 3140 až 3120 př. n. l. s pravděpodobností 8%, tj. vše v době neolitu. Svěho druhu doba zachovalá mrtvola z této časné epochy dosud nebyla v žádných výzkumových dispozicích. Přestože byl nález již na italském území, víceméně z technických důvodů bylo rozhodnuto ponechat nález v Rakousku. Vymezení hranic je v této oblasti víceméně sporné, hranici kameny leží jinak než rozvodí uznávané dohodou z r. 1919. Studium mumie v uplynulých letech představilo celou řadu cenných údajů a bylo zaměřeno především na forenzní medicínu a antropogenetiku. Rakouským spolkovým ministrem pro vědu a výzkum dr. Erhardem Buskem byla stanovena komise pro prozkoumání tohoto "ledového muže" a předsedou této komise se stal předseda Institutu pro anatomii v Innsbrucku prof. Dr. W. Platzer. Jeho úlohou bylo a je koordinovat práci téměř 100 členského výzkumného týmu. Koordinace výzkumu je prováděna společně s předsedou Institutu pro soudní medicínu University v Innsbrucku Prof. Dr. R. Hennem (tam je mumie uložena při teplotě -6°C ve speciálním boxu, obr. 1). Převládá názor



Obr. 1. Uložení mumie ve speciálním chladícím boxu v Innsbrucku.

prof. Platzera, že výzkum si vyžádá nejmén 3 roky se ukázal optimistickým. Velký mezinárodní význam tohoto výzkumu bude znamenat, že tato ledovcová mrtvola bude stěžena po dlouhou dobu i navky, p inejmenším tak dlouho, dokud nebudou k dispozici další nové, zvlášt jemné vyšet ovací metody.

Thanatologické indicie

V dob smrti byl muž z Hauslabjochu ve vysoké alpské oblasti asi 3210 m nad mo em. Prvá v deká publikace archeolog Lipperta a Spindlera pod titulem "Nález ledové mumie z asné doby bronzové" v Hauslabjochu (18) byla pro další autory podn tem k práci. Lippert a Spindler uvádí, že nahá mrtvola byla neobuta na pravé noze. Nehty na prstech chybí, jsou vypadané, v oblasti místa nálezu leží r zné zbytky oble ení a výbavy, takže mrtvý ležel s úplným oble ením, šaty byly však rozházeny. Stejn tak chybí ovlásení a ochlupení, avšak v okolí bylo identifikováno 1000 lidských vlas (viz úsek práce zabývající se výbavou).

Zem elý m l temn hn dé až erné vlasy, 9 cm dlouhé (m l zast ižený ú es). V souvislosti s tím se hovo í o p edsmrtné panice, (24). V knize soudního léka ství od G. Bauera jsou v kapitole "Thanatologie" diskutovány rozli né zp soby mumifikování. V této knize se uvádí že mumifikace m že probíhat za následujících podmínek (1):

1. v teple, u velice hubených osob, pozorovaná nap . u mrtvol malých d tí, nebo p i vysušení na st echách, obecn p i velice nízké vlhkosti vzduchu (nap . vedle úst edního topení).

2. ve studené, silné cirkulaci vzduchu, p i déle trvající teplot pod bodem mrazu (=lyofilizace), pozorováno nap . u ob šenc vp írod v zim .

3. Ztráta tekutiny po denaturaci bílkoviny nap . konzervací. Nejlepší podmínky pro mumifikaci v našich zem pisných ší kách poskytuje ztráta tekutin z mrtvoly p i nízkých teplotách okolí. Jsou to takové teploty, které neumož ují r st bakterií, tedy nižší než + 4°C. Jsou to teploty obvyklé z prost edí chladni ky. U muže z

Oetztalských Alp nebyly žádné poruchy ví ek, rt a o ního bulbu, které by vyplývaly z hnilobného rozkladu, mrtvola se musela nacházet v podmínkách brzdících bakteriální r st. Jmenované t lesné oblasti jsou jinak nejcitlivějšími oblastmi z hlediska podlehnutí bakteriálnímu hnilobnému rozkladu. Sou asn se zde p edpokládala vysoušející cirkulace vzduchu.

Smrt nastala na podzim

Provád la se pylová analýza a ukázala datum smrti mezi koncem srpna a říjnem . V této oblasti a v tomto období není neobvyklé špatné počasí a ukazuje se plausibilní hypotéza, že muž po smrti byl zavzat do ledu a poprášen sn hem v pr b hu následující zimy. Podle všech indicií byla počasí ní teplota vrstvy sn hu a spodní vrstvy negativní. Negativní teplota byla zachována z ejm í následné léto po smrti muže. T lo i v následující letech bylo dlouhou dobu uchováváno p í teplot blízko nuly nebo pod nulou. Vždy bylo chrán no p ed statickým tlakem ledu. Podle p idružených nález , kde v "tašce", která byla sou ástí výbavy muže se našly plody trnky a zrnka obilí, se p edpokládá, že je mohla p ekvapit podzemní vlnice - vycházíme-li z p edpokládáných stejných klimatických podmínek. Za t chto podmínek mohlo dojít k vysušení mumie v n kolika týdnech. Ztráta neht a kožních adnex se vykládá tím, že as od asu byla mumie odhalena a byla v tající vod . Tomuto jevu se íká fenomen vyprané k že. Pozoruje se nap . p í dlouhém pobytu v teplé vod . Jde o tumefakci epitelálních vrstev, následovanou ztrátou epitelí a zvlášt kožních adnex jako jsou nehty a

vlasy v n kolika dnech. Tento proces probíhá déle v ledové vod - asi n kolik týdn . Mumifikace se mohla po "vyprání" následn obnovovat, podmínkou je však p í následném vysušování nep ítomnost bakterií. P í delším pobytu ve vod , dochází k odchodu kožního epitelu v etn adnex již po n kolika dnech až týdnech (podle teploty vody, v teplejší vod je proces rychlejší). Podobná í analogická archeologická situace s nahromad ním kombinace t chto faktor nebyla dosud zaznamenána. Tento jev vysv tluje situaci pro muž z Oetztalských Alp byl nalezen bez ovlášení a ochlupení a byl nalezen odd len od svých šat . Šaty byly roztrhány na kousky. Musel ur ítý as být ve vod , která také odnesla jeho výbavu stranou (21).

Fenotypická charakteristika a stav mumie

Hmotnost mumie p í nálezu 20 kg, intra vitam asi 50- 55 kg. Muž byl vysoký (podle prvních p vodních analýz) asi 160-165 cm, stá í v dob smrti nebylo dosud definitivn stanoveno: 25 až 30, možná až 40 let. Podle tradi ních antropologických kritérií pro stanovení v ku pozorovaný stupe abraze p ípoští v k v dob smrti mezi 35 až 40 lety s referencemi dentální morfologie sou asné evropské populace. Ovšem m že se jednat u jmenovaného o vyšší stupe abraze zub , jak je pozorováno asto v neolitické a bronzové dob . Podobné stanovení v ku vyplývá z radiologického a CT výzkumu kranálních šv . Zevn viditelná obliterace švu byla omezena na sagitální švy. Stav koronárního a lambdového švu ukazuje v k 25 až 30 let. V této oblasti však existují zna né

intraindividuální variace. Nejvyšší horní, ovšem nepesně stanovená hranice je 40 let. Kromě pokožky a svalů zůstaly zachovány, jak ukázala počítačová tomografie, mozek, plíce, játra a stěna. Nehty a vlasy vypadaly, nos byl porušen, víčka posunuta, sternum a páteř byly stlačeny. Kromě anatomických znaků jsou zajímavé i některé detaily, například otisk emínek na zápěstí, uzavírajícího konec rukávu. Muž měl proporciónální, štíhlou stavbu těla. Těm chybí stopy inuosti ptáka a jiných zvířat, která by poškozovala mumii. Kompletní mumie váží po vysušení 14 kg. Podle kalkulací z délky nohou a různých longitudinálních sekcí trupu byla výška stanovena nověji na 150 - 160 cm. Velikost nohou odpovídala délkou 38 u souasných lidí (7,8,9). Po vysušení vypadalo tělo jako kostra potažená kůží. Určení pohlaví jedince bylo podle vzhledu os pubis a jejího úhlu, později byl Platzterem identifikován zbytek penisu a scrota.

Faciální a somatické charakteristiky, biomechanika

Na levé polovině obličeje v etné oblasti levé tváře a levé lící kosti k levému boltci je kůže pergamenovitě hnědá a vysušená. Tato hnědá vysušená jsou ještě vedle levého laterálního očního koutku k čelu. V levém profilu jsou patrné po etné malé imprese viditelné v kůži v temporální krajině. Pravá polovina čela při pohledu zepředu je černě zbarvena a ukazuje zrnité nánosy. Pravá polovina obličeje i brady je rovněž černě zbarvena. Na pravé polovině jsou kožní záhyby. Obočí není zachováno. V pravé orbitě je bulbus vysušen a částečně chybí, v levé orbitě je přítomen. Horní a dolní víčka jsou vysušena. Asy nejsou zachovány.

Duhovky bulbu jsou šedomodré. Processus mastoideus vlevo je masivní. Dolní maxilární části nosu jsou silně rozrušeny, popř. chybí, takže kosti nosu je v dolní části obnažena. Sliznice horního rtu je na pravé části rozrušena značným defektem maxilárních tkání, stejně tak je tomu u pravé části dolního rtu. Sliznice jsou černě zbarveny. Dásně v horní čelisti je vysušena a na pravé straně částečně černě zbarvena. V levém úseku je barva sliznice a gingivy "přirozenější" - červená žová. Zuby v horní čelisti jsou dobře zachovány, pevně usazeny v alveolech, silně abradovány a stojí volně, bez známek komprese. Stupeň abrase nemůže být ovšem využit k srovnání s dnešní populací zcela jednoznačně, neboť tehdejší strava mohla obsahovat větší množství anorganických součástí. Mezi horními zuby se pozoruje třes (diastema, což je známo jako autosomálně dominantní znak). Na bradě má mumie "dolní ek", což je známo opět jako autosomálně dominantní znak. Maxilární tkáně levého ucha jsou z velké části přítomny, právě tak elastická chrupavka ušních boltců, zatímco na pravé straně se ukazují velké defekty maxilárních tkání. Levá a pravá část temene a zadní část hlavy je opatřena a lehce černě zbarvena. Krk je zavalitý, podsaditý a krátký, kůže je černě zbarvena a vysušená. Na hrudníku lze rozeznat hned davou až černo vysušenou kůži, při němž je z etné patrná prominence žebere, stejně tak se z etné rysují mezižebří prostory. Tato z etné vyznačení žebere jsou patrná též po stranách hrudníku. Pravá paže je elevována k ose těla v úhlu 60 stupňů. Levá končetina je zahnutá na horní oblast hrudního koše. Klouby ruky jsou ohnuty. Břicho není vpádlé pod úroveň hrudníku,

takže žeberní oblouky a stydká kost prominují, pí emž kaudální (distální) ást b íšní st ny je víc hloub ji vpadlá než epigastrium. K že vt chto úsecích je hn d až ern zbarvená a totáln vysušená. Ze zevních genitálií zbyly jen rudimenty. Pravá dolní kon etina vypadá relativně ten í, je vysušená, na stehn a bérce je pokryta vysušenou k ží. Na levé dolní kon etin je horní polovina stehna z velké ásti zbavena m kkých tkání, zbytky m kkých tkání jsou pouze p ítomny na vnit ní stran . Též v oblasti levého ky elního kloubu jsou p ítomny defekty (viz výše). V dorsální oblasti k řžové kosti je nápadný ost e ohrani ený areál k že, který je ern zbarven a lze zjistit i defekt m kké tkán . Ost e hrani ený, p íbližn trojúhelníkovitý defekt je zjistitelný v temenní oblasti. Tento defekt je druhotného, arteficiálního charakteru. K že na zádech je pergamenovitá, zabarvená hn d až ern . Jsou na ní patrný otisky žeber a trnových výb žk obratl . Z celkového vzhledu t la je z ejmé, že síly p sobící na t lo byly horizontáln sm rované a slabé (zcela chyb ly masivní tlakové síly). Tlak byl sm rován na pravou stranu t la. Tlak nep sobil ve frontálním sm ru. P evládající sm r tlaku byl okolo prezygomatického výb žku, p íbližn 2mm od prezygomatické sutury bez fraktury. Pravá orbita je též deformována. V tšinu malých deformit lebky a mandibuly není možno vysv tlit pouze jedním sm rem tlaku. CT ukázalo frakturu distální ásti humeru se zvláštní pozicí levé paže. V sou asnosti je považováno za jednozna né, že zlomenina se odehrála po smrti jedince.

Radiografické techniky a výsledky rtg somatických charakteristik

Radiologické vyšet ení bylo použito k analýze lebky, hrudníku, páte e a pánve, horních a dolních kon etin. Základní zm ny byly podchyceny konven ní radiografií (byl použit rtg p ístroj Multigraph Siemens, výrobce Erlangen, Germany). Tato konven ní metoda produkuje nejvyšší kvalitu. Komputerizovaná tomografie vnit ních orgán ukazuje, že mozek se scvrkl na t etinu p vodní velikosti, jeho struktura až na linie lomu (viz dále) byla nezmn na. Stejným zm nám podlehly svalové tkán , plíce, srdce, játra a zažívací aparát. Obraz srde ní tkán je zna n problematický. Byla provedena také komputerová tomografie lebky ve 4 mm vrstvách a s použitím spirálního CT. Pro každou z t chto procedur byla lebka snímána z r zných pozic a sou asn sledovány zm ny pozice mozku. Zm ny pozice mozku byly nejmarkantn jší, když bylo t lo posazeno z polohy na zádech do frontální pozice. Strukturální zm ny na mozku ukazují, že p ívyn tí mumie z ledu vznikly "fraktury" centrálního nervového systému, taktéž p ípadn p í jejím transportu do Innsbrucku. P í silné dehydrataci mozku je obtížné rozlišení mezi šedou a bílou mozkovou hmotou. Byly diferencovány hemisféry, temporální laloky, mozek a struktury bazálních ganglií a na pravé stran plexus chorioideus s kalcifikacemi. "Fraktury" pevn zmrzlého mozku byly pozorovány v souvislosti s transportem. Bylo obtížné odlišit mozkové komory, ale í to se poda ilo. K získání lepších údaj o kost ných strukturách byly komputerizovány vysoce rezolutní obrazy ze všech vrstev. Báze lební a pyramidy byly navíc analyzovány 1 mm tenkou vrstvou a super vysoce rezolutním zp sobem. Tato

analýza ukázala diskrétní kalcifikace v oblasti kavernosního sinu, které mohou být interpretovány jako skleroza karotické arterie, pravděpodobně v lokalizaci v sifonu sinus cavernosus. Tato oblast karotické arterie je nejvíce predilekovaná pro sklerozu a vzhledem k tomu, že muž je okolo 30 let, to vede k závěru, že má metabolickou dispozici k ateroskleróze (hypercholesterolemie). Nyní byl analyzován obsah cholesterolu v tkáňových vzorcích. Na lebce byla zjištěna pouze intravitální doba zhojená fraktura nosní kostky (moderní, velmi citlivou metodou super HR) a na dalším skeletu byly zjištěny série fraktur a fissur, z nichž každá musí pocházet od běžných traumat. Rentgenogram lbe v laterální projekci znázorňuje mozek jako densní strukturu, kdy rozpoznatelné jsou hluboké pachionické struktury, zvláště v os frontale. Na nasálních kostkách je patrná změna stará zhojená fraktura a malé linie fraktur jsou lokalizovány na levém dorsálním okraji sfenoideálního sinu a na okraji klívu. Velký počet těchto fraktur a jejich variabilita vylučuje jednu příčinu. Zlomeniny lze vysvětlit post mortem pohybem ledu - působením tlaku, nikoli pohyby vrstev ledu. Podle stavu znalostí fraktury a fissury nemohou být (až na jedinou) následkem premortálních traumatických situací. Předpokládá se, že fraktury a fissury na lebce byly způsobeny tlakem ledu postmortálně. První pozorování hovoří o chybění 12. páru žeber a odpovídajících kloubních faset 12. žeber. Tato pozorování byla potvrzena i vysoce resolutní obrazová komputarizace. Navíc na levé straně 5. až 10. žebra byly zjištěny zhojené fraktury v diskrétně dislokovaných

površích. Jednalo se o sérii zhojených fraktur žeber. Laterální okraje druhých, třetích a tvrdých žeber jsou atypicky angulována. Tyto deformace mohou být vytvořeny dlouhodobým působením tlaku ledu působícím na hrudník. Na pravé straně 6. a 7. žebra jsou mírně dislokované fraktury postrádající tvorbu svalku, předpokládající úraz asi krátce před smrtí, nebo bezprostředně před smrtí, nebo v průběhu transportu mumie objeviteli. V pravé horní hrudní oblasti je známa deformita (s unilaterální redukcí objemu). Tato alterace zahrnuje 1. - 6. žebra. 3. - 6. žebro bylo laterálně zlomená a distálně dislokovaná. Není ani stopa po tvorbě svalku na rtg (to vymezuje a do jisté míry určuje dobu jejich vzniku, to jest případného traumatu). Srovnání fraktur z pravé a levé strany svádí pro lokálně omezené traumatické procesy. Tyto fraktury mohou být vysvětleny jako následek úrazu. Pokud by se jednalo o úrazy, nemohly by tyto problémy hnout dlouho před smrtí, protože chybí svalky. Na levé noze je patrné vymizení artikulárního prostoru mezi koncovou a střední falangou 5. prstu. Pravděpodobně se jedná o chronické poškození způsobené recidivujícími omrzlinami. Rentgenologické záznamy vedlejších dutin nosních ukazuje, že mumie patří k indoevropské rase a nikoli k mongoloidní nebo egyptskonegroidní populaci. Mezi rengenologicky stanovitelnými znaky lidského skeletu patří paranasální dutiny jako výjimečně ležité. S jejich pomocí mohou být prováděny v historické antropologii studie variací a diversity. Studie paranasálních dutin mohou být zavazaty do klasifikace lidských plemen a v souvislosti s nimi může být diskutována

otázka lidské evoluce. Vedlejší dutiny nosní jsou formální znaky s p ízna nou variabilitou. Pro indoevropskou rasu je p ízna ný velký rozm r dutin elních a maxilárních. elní dutiny u muž íní 11cm² u evropské rasy , s velkou variabilitou od 1 do 34 cm² plochy. U mongoloidní rasy jsou elní dutiny menší, 6 cm² v pr m ru. U negroidní rasy jsou dutiny paranasální menší než u evropské rasy. Vedlejší dutiny dávají vcelku u jednotlivých ras charakteristický obraz a ovliv ují architekturu obli ejových kostí. Vedlejší dutiny evropské rasy jsou pom rn vysoké, vedlejší dutiny mongoloidní rasy jsou nízké a široké. Negroidní rasa ukazuje st edn vysoký a široký obli ej. Touto problematikou se zabývá kapitola v knize Dieter Nedden und Klaus Wicke: Der Mann im Eis (19). Rentgenové snímky zde byly zv tšeny v pom ru 1 : 1, p í emž jako konstatní m ítko sloužila interorbitální vzdálenost 26 mm, považovaná za konstantní, podle Bernharta. Dutiny muže z Hauslabjochu ukazují st edn velké, listkovité až pyramidové dutiny elní, ledvinovité maxilární, trapezovité ethmoideální (19). Obrazová komparace se st edními hodnotami vedlejších dutin evropské, mongoloidní a ernošské rasy ukazuje jasnou p íslušnost podle pneumatizace k evropské rase u muže z mladší doby kamenné. Obrazová statistika podle základní orientace inteorbitální ší ky umožňuje vytvo it statistický obaz vedlejších dutin jednotlivých ras. Tyto nálezy byly i obrazovou statistikou porovnávány s nálezy starších populací z Dolních V stonic. Pozoruhodný je i nález kraniáln variabilní páte e, kde kraniální tendence se projevuje na hranici kr ní a

hrudní páte e, tím, že p í né výb žky 7. obratle jsou on co delší než p í né výb žky 8. obratle a mají cylindrickou formu. P í né výb žky 8. obratle jsou siln jší. Na hranici hrudní a bederní páte e je kraniální variace rovn ž zna n vyjád ena (zna ná redukce posledního páru žeber, vpravo velmi krátké). Tento nález pon kud koriguje p vodní pozorování o uplném chyb ní 12. žeber.

Tetování u muže (6)

Na dorsální stran trupu jsou 4 paralelní linie - jako arteficielní vzory, které vykazují ern hn dý barevný ton. Nejvýše kraniáln uložená skupina sestává ze 4 paralelních krátkých linií ve výši L1 a L2. Pod ní se nachází skupina t í rovn ž vertikálních linií a další skupina 3 linií je ve výši L3 a L4, poslední v pravé oblasti L páte e asi ve výši L4 a L5. Těž na koleni pravé dolní kon etiny je p ítomno k ížové tetování. P íjímá se za jisté, že znázorn ní tetování bylo provedeno vpichy. Studium ukázalo, že tetováž byla provedena barvou z rozdrčeného d ev něho uhlí. Výsledná tmav modrá až erná barva je ur ena podle množství tká ového pigmentu a pigmentu použitého k tetování a uloženého v koriu. Tento p ípad m že sloužit jako doklad interpretace Eibnera (15). Zna ky tohoto tetování vedly n mecké noviny Bild Zeitung k ozna ní Punker z doby bronzové. V da zná podobná tetování u p írodních národ z archeologických nález , jako jsou zbytky k že ze skythských hrob , které jsou ale o jedno tisíciletí mladší než ze Similaunu. D vody tohoto tetování se ale dají velice t žko ur it. Mohou být motivovány kulturn religiosn . Význam vzor linií mumie m že z stat pouze spekulací. M že se

jednat o abstraktní znaky. Nabízí se následující vysvětlení - působnost k určitému kmeni, sociální zařazení, data ní význam, členství v určitém sdružení, ochranný nebo terapeutický význam.

Antropologické charakteristiky

Hlava muže z Oetzthalu je dlouhá 186 - 190 mm a vysoká 136 mm. Podle délkošší kového indexu je dolichocefalická. Z pohledu ze strany je vysoká (hypsicefalická) a z předního pohledu zezadu akrocefalická. Z týla je vertikální. Obvod hlavy je eliptický. Předním pohledem je obličej velmi vysoký a středně široký - leptoprosopní. Čelo z pohledu zepředu je vysoké. Ovlášení a ochlupení nebylo u muže zachováno. Šířka mezi vnějšími koutky je mírně dlouhá, mezi zevními koutky středně dlouhá. Nos je podle obvyklé kategorizace leptorhinní. Mukosní horní ret je mírně široký a zakroucený, pravděpodobně zahnutý do podoby dvojitého oblouku. Mukosní dolní ret je středně široký a obloukovitý, takže dolního rtu velmi vysoká. Brada v pohledu zepředu vysoká a široká a rektangulárního vzhledu. V profilu je mužovo čelo prominující, vertikální profil obličeje je opistognátní. Kůže dolního rtu je velmi vysoká. Vzhled uší je postižen mumifikací. Levé ucho vyhlíží středně dlouhé. Inklinace jeho báze je šikmo dozadu posazená. Fossa triangularis je typického vzhledu. Kavita boltce je pravděpodobně vysoká a středně široká, tragus trapezoidní. Prsty, stejně tak ruce jsou dlouhé a středně široké, taktéž nohy vypadají dlouhé a široké.

Jak mohl vypadat ? (10)

Grafická rekonstrukce mramřkých tkání

umožňuje získat obraz muže, jak vypadal zaživa. Podle nově publikovaných metod byla taková rekonstrukce mramřkých tkání hlavy skutečně provedena a inkorporována do kompletního grafického vzhledu, obr. 2.

Asosová klasifikace a zařazení k tehdejší populaci

A koliv datování radiokarbonovou metodou verifikovalo, že muž žil před 5300 až 5400 lety a z toho vyplývá, že patřil k neolitickému období, vyvstává otázka jeho genetického vztahu k lidem této asné doby (tj. k lidem mesolitického období a k následné period - době bronzové). Lidé bronzové doby byli středně vysokí a jejich tělesný vzhled nebyl uniformní. Měli štěpně dolichocefalickou lebku a vysoký obličej. Kromě těchto osob existovali také širokolíční jedinci a byli také gracilní lidé s velmi plochým záhlavím. Je to doloženo u neolitu, které dalo vznik lidem doby bronzové a u obou populací, jak u lidí z neolitu, tak u lidí z doby bronzové pozorujeme prakticky stejný vzhled. Byly vypracovány deviatní diagramy, které ukazují, že neolitický muž z Oetzthalských Alp mohl být velmi dobře zařazen do těchto populací. Z komparativní studie pomocí deviatních diagramů vyplývá, že vykazoval jisté podobnosti k populacím žijícím v současnosti.

Podmínky před 5400 lety a výbava (4)

Se zřetelím k tomu, že muž nevykazuje zevně patrné zřetelné stopy poranění, musela jeho smrt podle K. Spindlera představovat typickou horskou nehodu. Žmácná po así nebo onemocnění mohlo být příčinou jeho smrti. Muž musel být odvážný a musel mít horolezeckou zkušenost. Sedlo na místě nálezů je známo



Obr. 2. Fantomový obraz zhotovený profesorem Henry Tillim. Prof. Tilli se domnívá, že mrtvý byl "medicinman", nebo šaman.

odedávna jako místo p echodu hor. Pravidelně cestoval z jihu na sever. Jeho vynikající výbava sestávala z následujících věcí: pokrývka hlavy z rostlinných vláken (trávy) představující jakousi kapuci, torňa s r zným ná adím - nap . d ev ná tuška s kamenným rydlem (hlavicí), krosna (ruksak) ze d eva - pravd podobn z lísky, amulet vzhledu disku s dírkou uprostřed. V malé torň m l také sušené houby. Nálezy jsou shrnuty v **tabulce 1**. Výbava jmenovaného muže je uložena v římsko - germánském muzeu v



Obr. 3. Představa oblečení muže ze Similaunu (Hauslabjochu) podle doložených nálezů .

Mainzu. Z výbavy jsou nejzajímavější nalezy kamenného amuletu a bronzové sekery. Kamenný amulet byl vybavený dírkou a š rkou, v dci se domnívají, že se jednalo o amulet pro št stí nebo na ochranu před zlými duchy. Podobné znají národopisci u primitivních kmenů z Afriky a Jižní Ameriky. Nález ukazuje že zdejší alpská údolí byla osídlena o 600 let d íve než se předpokládalo. Složení kovů v bronzové sekere analyzuje dr. Gerhard Spert z Schmidova institutu pro fyziku pevných těles v Leoben. Především je

studována otázka tvrdosti sekyry, což závisí na směsi mědi a cínu. Výzkum ukáže, zda plov sekyry je domácí nebo z Orientu. Nález sekyry napomohl k archeologickému datování. Kov sekyry obsahoval ještě platinu, stříbro a arzén. Nalezený jedinec patří ke kulturní skupině eneolitu, předcházející době bronzové (pravděpodobně podunajská kultura altheimská z Bavorska nebo Mondsee). Z této doby přechodně k době kamenné pochází poměrně málo nálezů. V Rakousku je to například Etschtal, Eisachtal a Sosltein u Zirlu a okolí Innsbrucku. Lidé tehdy používali zejména kámen, kosti, keramiku a textilie. Byli rolníci, zemědělci a pastevci dobytka, kteří vedli usedlý způsob života a měli vesnická sídliště (13). Italští karabiniéři našli na místě nálezů zbytky oblečení, které jsou uloženy nyní v lednici v Bolzanu. Tento náález bude dále studován v říjnu. Pozoruhodný je náález obuvi: pravá noha mumie byla v okamžiku nálezů obutá, levá byla bosá, ale zbytky této obuvi byly dodatečně nalezeny. Obuv z pravé nohy byla z dřevěné konzervace vyzuta a dále zkoumány. Obuv sestávala z výplně suché trávy o tloušťce 2 cm. Obuv byla tvořena jakousi sítí z rostlinných vláken, kožené potahy nohou byly tvořeny jelení kůží, podešev měly dřevěnou kůži. Podešev je ještě vyspravena emínkem. Jedná se o druhou nejstarší zjištěnou obuv na světě, jedná se o speciální obuv pro sněžnou vysokohorskou podmínku s dobrou tepelnou izolací. Nález potvrzuje všeobecně uznávaný názor, že evropský lovci doby kamenné se již obouvali.

Proč přišel tento muž tak pozdě do této oblasti? (7,8,9)

Byly zvažovány tyto dvě vody: Mohlo se

jednat o prospekci - vyhledávání rud (muž mohl být prospektorem), mohlo se jednat o lovce nebo pastýře (nejspíše ovcí), mohlo se jednat o provádění religiozního rituálu. To předpokládá například tyrolský mytolog prof. Tilly z Telfsu (27). Mohlo se jednat také o mentální poruchu. Pouze výbava muže a jeho tetování mohou dát odpověď na tuto otázku. Náměti, které měl muž u sebe, nebylo vhodné pro prospekci. Pravděpodobně se nejednalo též o loveckou výpravu do hor. Autoři jsou přesvědčeni, že muž nebyl pastýř (v této době tomu neodpovídala - muž zahynul pravděpodobně v říjnu). Je také problematické, pro relativně malou populaci lidí žijících v této době by potřeboval využívat na pastvu relativně malého počtu zvířat nebezpečné hory místo toho aby využili více vhodné podmínky v údolích. Arzenál nalezených zbraní svědčí o možných loveckých zájmech, přítomnost krosny znamená, že do ní mohlo být uskladněno kromě jiných i více ulovených zvířat. Na prospekci rud se pomyslelo z hlediska mědi nebo cínu. Ložiska cínu jsou známa v blízkých Kalkalpen v tzv. Grauwachenzoně. Nasbíraný materiál se mohl nosit do vesnice do tavicí pece. Slitiny bronzů a cínu byly v této době předmětem obchodu.

Z hlediska pohledu forensí medicíny jsou možné dva modely:

1. muž zahynul ve věku 35 až 40 let. Předpokládá se za jisté, že muž žijící v této oblasti byl natolik zkušený, že by bez vážného důvodu nechodil do oblasti nad 3000 m výšky.

2. Tyto dvě vody souvisely s osobností tohoto muže. Mnoho tetování inuvalo jeho tělo charakteristické (podle názoru etnologů patří do úzce vymezené skupiny



Obr. 4. Představa sídliště z mladší doby kamenné, při stavění obilí a hutnictví (tavení rud) bylo již běžné. Podobné nálezy jsou známy například z Kufsteinu.

osobností - výjimečných osob jako byli kouzelníci, šamani, vládci nebo vyvolení, posvátné, nedotknutelné osoby). V mnoha sděleních byli autoinformováni lékaři, že označené oblasti mohly představovat "bolestivý relief" - lokus bolestivosti. Z hlediska soudního lékařství je možné, že muž byl trestanec a přešel před zákonem - snažil se rychle zachránit útěkem do hor. Jedním z argumentů pro toto tvrzení je neúplná výbava, kterou mohl například narychlo obdržet od svých příbuzných.

Například v jeho výbavě byly nalezeny neúplně vyhotovené šípy, na které z nich postrádají hroty (hlavičky), jiné opeření. Hlavičky šípy byly zhotovovány dodatečně a následně inkorporovány. Celkem bylo zjištěno 14 šípů a luk 180 cm dlouhých. Nejpravděpodobnějším důvodem jeho výpravy do jiného údolí a pravděpodobně k jinému kmenu bylo získat za enormní vzácnou bronzovou sekeru (jako dar), vstup do jiné komunity v jiném údolí. Představa obledného muže ze Similaunu je na obr. 3.

P edstava sídlišt z mladší doby kamenné je na obr. 4.

3. Další model událostí p edpokládá rituální poh eb. V denním tisku byla rozší ena dezinformace, že ledovcová mumie byla falsifikátem. Dr. M. Heim z bavorské televize hovo il o tom, že mumie nepochází z ledu, ale že byla p ivezena z poušt a umíst na v horách pravd podobn velmi dob e známým horolezcem - alpinistou - R. Messnerem. Podobné obvin ní se objevilo v asopise Nature a Der Spiegel. Objevila se kniha žurnalist Michaela Heima a Wenera Nosko s titulem "Oetztalský falsifikát" (Die Oetztalfalschung). Proti tomu se ost e ohradili v dci z Innsbrucku, v etn Markuse Egga z ímsko - Germánského muzea v Mohu i.

Ve prosp ch pravosti nálezu sv d ídále uvedené rentgenologické studie. Toto obvin ní se ukazuje býti bezd vodné. Prehistorik Heinrich p edpokládá, že mumie mohla býti dopravena z rituálních d vod z údolí na vrcholky hor, to jest že tetovaný muž zem el v údolí a jako zvláštní osobnost byl mumifikován za sucha a následn rituáln poh ben na horách, kde by byl blíže boh m. Podobné poh by jsou známy z And, kde bývali takto poh bívání v asném st edov ku význa ní pohlavá i Ink , na zvláštních vysokých d ev ných podstavcích (výškou p ipomínající dnešní posedy myslivc). Tato domn nka je p íjímána v tšinou odborník a taktéž tyrolským mytologem prof. Tillym v televizním p enosu rakouské televize v listopadu 1991. O podobné myšlence hovo il Lippert v p ednášce, kterou po ádal ve Vídni v roce 1991 (18) a Graupe v roce 1992 (7,8,9).

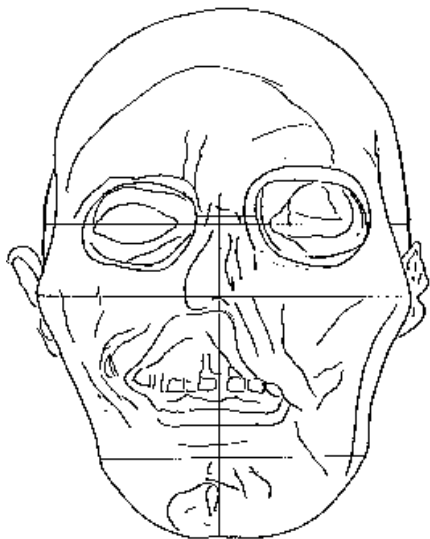
Souhrn budoucího výzkumu

Z hlediska forenzní antropologie a forenzní medicíny je nejd ležit jí fotografická dokumentace pro zachování objektivních doklad do budoucna pro v du a též pro srovnání s eventuálními budoucími nálezy tohoto druhu. Metrická data budou srovnávána s jinými neolitickými a pozd jšími nálezy asných populací. Radiologické hodnocení tvaru a velikosti faciálních sinus m že být diskutováno v souvislosti s evolu ními otázkami. Páte , žebra a pánev a kone n dlouhé kosti jsou dokumentovány radiologicky. Stanovení individuálního v ku m že být provedeno pom rn exaktn z m ení struktury spongiosních kostí a dlouhých kostí, stejn tak lze získat údaje o malnutrici a ur itých chorobách. Po íta ové tomografické vyšet ení bude kompletizováno a vyvozeny rentgenologické záv ry. P i výzkumu vrasových vzork , zvlášt jejich p í ných ez , mohou být vyvozeny záv ry o ur itých chorobách. Chemická analýza vlasových vzork m že vést k ur ení stopových prvk . Dermatoglyfické otisky jsou také p edm tem zájmu a mohou být srovnávány s jinými populacemi naší planety. Prof. Henn ve svém referátu Der Tote vom Hauslabjoch (11) uvádí podrobnosti o zajišt ní forenzního výzkumu t la. Vyšet ení post mortem má význam též u jednotlivých orgán , kdy jsou odebírány vzorky pro genomovou analýzu (25).

Fotogrammetrická analýza

Fotogrammetrií se rozumí podle Jacobshagera metrické vyhodnocení fotografických obraz (15). Foto-

grammetrické vyšetření se používá jako pomůcka k stanovení paternity u soudního řízení - testování matčina dítěte a zemřelého otce. Také forenzní identifikace a superprojekční fotogrammetrie je důležitá. Při získání metrických nálezů se lze pokusit srovnávat s jinými populacemi mladší doby kamenné, popřímo s jinými mladšími a staršími populacemi. Fotografie muže z mladší doby kamenné z předního pohledu poskytují ideální podmínky pro fotogrammetrické vyšetření, obr. 5. Předpokládá to promítání diapozitivů na zem a měření proporcí přímo z obrazu. Szilvassy et al. (26) použili jiný postup. Diapozitivy byly promítány na zem ve velikosti, kdy interorbitální distance



Obr. 5. Grafika obličeje zhotovená projekcí diapozitivu zemřelého (tzv. fotogrammetrie).

byla 23 mm. Interorbitální distance je uzece variabilní, v evropských populacích mezi 23 až 24 mm. Při zobrazení na 23 mm získáme prakticky skutečně ztenžený obraz. Následně projikovaný obraz je kopírován graficky. Jsou připravovány rozsáhlé studie, zahrnující srovnání současných, mladších a starších populací. Výzkum bude vyžadovat mezinárodní a mezioborovou spolupráci, **tabulka 2.**

Tabulka 1. Nálezy po archeologickém ohledání místa nálezů prof. Lippertem za átkem října (1. - 3.X.91).

1. mramorová sekera na dřevěném topolovém rukojeti
2. luk z tisu
3. 14 šípů z kaliny o délce 70 cm, na kterých nedokončené
4. kožený tolepec s dřevěnou výztuží
5. kostěné hroty
6. kožená taška s provázky, zvířecími šlachami, pazourkem, pazourkovým nožem ve smrkové rukojeti a pouzdrem s travinami
7. nástroj z lipového dřeva s kostěným hrotem (retušér)
8. zbytky krosny z lísky
9. kapuce z travin a provázek
10. mramorová perla na emínku
11. trnky
12. listy javoru
13. jedlé stromové houby
14. chuchvalce lidských a zvířecích vlasů a chlupů

Tabulka 2. Souhrn budoucího výzkumu

Základní rozdělení studijních týmů pro metodologicky komplexní sledování mumie z Oetztalu

1. Ur ení druh travin z rostlinných zbytků stravy, z travin na povrchu těla, z obsahu žaludku a střeva. Zajišťuje prof. Bortenschlager, katedra botaniky z University v Innsbrucku.
2. Vyšetření ekto a endoparazitů z 10 g vzorků stolice, svalové vzorky z bránice, nezbytný materiál je obsah žlučů, vzorky z plic, jater, kožního jazyka, ovlášení a pubické ochlupení, serum, Izolace parazitů. Zajišťuje prof. Dr. R. Gothe, Ústav srovnávací tropické medicíny v Mnichov.
3. Vyšetření ekto a endoparazitů z hlediska protilátek a antigenů, vyžádaný materiál: vlasy, obsah střeva cca 1 ccm, mozek 0,5 ccm, plíce 0,5 ccm, svaly - bránice aj., slezina 1 ccm, krevní koláče (sraženina), aj. Zajišťuje prof. dr. H. Aspöck, Ústav hygieny, Univ. Vídeň.
4. Dr. L. Cabasso zajišťuje konzervaci mumie.
5. Archeologické stanovení stáří, nezbytný materiál 0,5 - 1,0 g kostí nebo 0,1 g mrtvých tkání. Zajišťuje Dr. G. Bonani, Fyzikální ústav středních energií, Curych.
6. Archeologické stanovení stáří, vyžádaný materiál 1 - 1,5 g kostí nebo 0,5 g mrtvých tkání. Zajišťuje Dr. R. Housley z výzkumného archeologického pracoviště v Oxfordu.
7. Vyšetření vlasů zajišťuje Dr. M. Wittig ze spolkového kriminálního úřadu ve Wiesbadenu.
8. Vyšetření kolagenu, receptorů T buněk, DNA, případné predispozice k určitým autoimunním onemocněním. Nezbytný materiál je thymus, slezina, lymfatické uzliny, podkoží nebo jiné pojivové tkáně. Zajišťuje prof. Wick z Ústavu experimentální patologie v Innsbrucku.
9. Vyšetření papilárních linií prstů, ruky a nohy optickým pozorováním a fotografiemi. Zajišťuje dr. Ziegenhaus, zemský kriminální úřad v Mnichov.
10. Konzervace metodiky zajišťuje dr. E. Sander - Joergensen z Dánska (Hoejberg).
11. Konzervace a zhotovení kopií zajišťuje sekretář L. Flutsch a Dr. Oswald ze Zemského muzea v Curychu.
12. Vyšetření papilárních linií prof. Hauserová, histologický ústav university Vídeň.
13. Tetování vyšetřuje dr. B. Naafs z dermatologického ústavu v Rotterdamu.
14. Pigmentace, kožní buňky, HLA antigeny, T lymfocyty, potní žlázy a borelie z epidermis a dermis, stejně tak jako tělní antigen T buněk.
15. Vyšetření kolagenu zajišťuje prof. dr. G. Grupe z antropologického ústavu university v Mnichov.
16. Analýza stopových prvků je prováděna prof. dr. B. Herrmannem z antropologického ústavu v Gottgen.
17. Klasické antropologické vyšetření zajišťuje prof. dr. W. Bernhard z antropologického ústavu v Mainzu.
18. Vyšetření DNA z lidského žebra provádí prof. dr. R. Schweyenn z Ústavu genetiky a mikrobiologie ve Vídni.
19. Klasické antropologické vyšetření, vyšetření vlasů a stopových prvků zajišťuje prof. Seidler z Ústavu Humánní biologie ve Vídni.
20. Osteologické a biostatistické vyšetření provádí prof. Dr. Sjøvold z osteologické výzkumné laboratoře v Stockholmu.
21. Příčinu smrti studuje prof. dr. R. Henn z ústavu soudního lékařství v Innsbrucku.
22. Změny v nervovém systému, studované pomocí MRI a CT zajišťuje prof. dr. F. Gerstenbrand z neurologické kliniky v Innsbrucku.
23. Vyšetření skeletálního systému, orgánů,

sluchového orgánu, stavu dentice, kloub , stanovení stá í a paleoanatomických charakteristik zajiš uje prof. dr. W. Platzer z anatomického ústavu university v Innsbrucku. Vyšet ení CT, eventální áste ná preparace a klasické rentgenové vyšet ení je nezbytné.

24. Vyšet ení skeletálního systému, sluchového orgánu a CT zajiš uje prof. dr. D zur Nedden z radiologické kliniky univerzity v Innsbrucku, pomocí CT.

25. Dentici a temporomandibulární kloub vyšet uje prof. dr. R. Gausch pomocí klasického rtg a CT.

26. P ítomnost retrovir vyšet uje, stejn tak jako kultivaci hub zajiš uje prof. dr. F. Tiefenbrunner, z ústavu hygieny v Innsbrucku.

27. Prof. Dr. G. Utermannová zajiš uje vyšet ení DNA, v etn mitochondriální a jaderné DNA, hlavní typy ur itých t lesných protein ze vzork lg žeber a lg jaterní tkán . Paraleln na stejném úkolu bude pracovat prof. dr. Paabo v zologickém ústavu v Mnichov .

28. Více tým pracuje na ur ení délky života a na patologických zm nách v organismu nalezené mumie. Definitivní rozsah studia a po et tým z stává dosud otev ený.

29. Prof. Dr. J. Peters z ústavu paleoanatomie v Mnichov se zabývá studiem zm n na mumii zp sobených zv í.

30. Další oblast studie, op ts ú astí v tšího množství tým je fotogrammetrie.

31. Studium pohybového aparátu se zabývá prof. dr. R. Putz, p edevším zát ží kloub , studiem p ípadných artrotických zm n. Metodicky bude k tomu ú elu využito CT tomografie.

Literatura:

1. Bauer, G.: Gerichtsmedizin, Repetitorium fuer Studierende, Aerzte und Juristen, Wien, Maudrich, 1991.

2. Baumbauer, D.: Oetzi, der Mann, der aus der Stezeit kam. Neu Erkenntnisse: Der Gletschermann ist noch alter als angenommen - 4600 Jahre. Kurier, Sonntag, 12. Januar 1992, s. 5.

3. Bieber, E.: Tiroler Eismann muss schon einmal ausgeapert sein. Kurier, 14.12.1991, s. 9.

4. Buchvaldek, M.: Nejstarší nejlépe dochovaný Evropan "Muž z Alp" Lidové noviny, 23.1.93, s. 2.

5. Eibner, C.: Das spaeturnfelderzeitliche Graeberfeld von St. Andrae vor dem Hagenthale, p.B. Tulln, NOE Archeologica Austriaca, Beiheft 12, 1974, s. 1- 172.

6. Graupe, F.: Viele Raetsel bleiben Neuen Kronen Zeitung, Montag, 21. November 1991, s. 24 - 25.

7. Graupe, F.: Abenteurer Oetzi: Das letzte Geheimnis. Neuen Kronen Zeitung (Krone Bunt), 13. Sept. 1992, s. 10 - 12.

8. Graupe, F.: Wer war der "alte Tote". Das neueste ueber Oetzi, den Ur-Tiroler. Neuen Kronen Zeitung, Montag 14 Sept. 1992, s. 1 - 21.

9. Graupe, F.: Einsames Sterben in den Bergeneitung, Dienstag, 15. September 1992, s. 24 - 25.

10. Hauenstein, Ch.: Der Eismensch sah gut aus und hatte markantes Profil, Der Standard, 1991, 5. October, s. 15.

11. Henn, R.: Der Tote vom Hauslabjoch. Oesterr. Hochschulzeitung 11, 1991, s. 13.

12. Hufnagl, H.: Mann im Eis: Pilzbefall wurde endlich gestoppt. Kurier, Mittwoch 2. October 1991, s. 20.

13. Klarer, M.: Die Urgeschichte Tirols. Kulturheshichtlicher Hitergrund zum

Similaun Toten OEAV - Mitteilungen 6, 1991, s. 16 - 18.

14. Kritscher, H., Szilvassy, J.: Zur Identifizierung des Mozartschaedels Ann. Nat. Hist. Mus. Wien 93/A, 1991, s. 1- 139.

15. Jacobshagen, B. et al.: Fotogrammetrische Methoden. In" Knussmann, R. Hrsg.: Anthropologie - Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen, zugl. 4. Aufl. des Lehrbuches der Anthropologie begrundet von Rudolf Martin. Bd. I: Wesen und Methoden der Anthropologie, 1. Teil: Wissenschaftstheorie, Gesichte, morphologische Methoden. - G. Fischer, Stuttgart - New York, 1988.

16. Kuhn, M.: Meteorologische und glaziologische Spekulationen zum Fund des Mannes am Hauslabjoch. Unveroeffentliches manuscript, Institut fur Meteorologie und Geophysik der Universitaet, Innsbruck, Oktober 1991.

17. Licha, H.: Eismann Konflikt beigelegt Kurier, Sonntag 8. Dezember 1991, s. 7.

18. Lippert, A., Spindler, K.: Die Auffindung einer fruehbronzezeitlichen Gletschermumie am Hauslabjoch in den Oetztalen Alpen, Gemeinde Schnals. Archeologie Oesterreichs, 2, 1991, 2, s. 11 -17.

19. Nedden, D., Wicke, K.: Der Mann im Eis, Bd. 1, Veroeffentlichungen der Universitaet Innsbruck, 1992, s. 400.

20. Patzelt, G.: Neues vom Oetztaler Eismann OEV - Mitteilungen 2, 1992, s. 23 -24.

21. Pueschel, K., Schneider, A.: Die Waschhautentwicklung in Suess und Salzwasser bei unterschiedlichen Wassertemperaturen - Z.f. Rechtsmedizin 95, 1985, s. 1-18.

22. Spindler, K.: Der Mann im Eis. Sandoz

Bulletin 28, 1992, 99, s. 21 - 29.

23. Spindler, K.: Oetzis tausend Haare. Die Ganze Woche, Nr. 11, 12.3.92, s. 50 - 51.

24. Spindler, K. Nedden D. zur, Seidler, H. et al.: New findings on the Tyreolean "Ice Man" Archeological and CT body analysis suggest personal disaster before death - unpublished manuscript, 1994.

25. Spindler, K. et al.: Protokoll der Arbeitsgruppe - Institut fuer Ur und Fruehgeschichte, Univ. Innsbruck, 19.12.1991.

26. Szilvassy, J., Stellwag - Carion, C., Heinrich, W.: Sternstunde der Wissenschaft Labor Aktuell, 4, 1992, s. 5 - 23.

27. Tilly, H.: Similauner war Priester. Unveroeffentliches Manuscript, 1991.

**MUDr. Miloslav Kuklík, Csc.
Ostrovského 16
14000 Praha 4**

PREDIKCE HMOTNOSTI TĚLA Z VYBRANÉHO PARAMETRU PODOGRAMU

J. Straus

Katedra kriminalistiky, Policejní akademie R, Praha

Podogramy bosých nohou jsou nositelem důležité informace nejen pro ortopedii a podologii, ale jsou velmi pečlivě studovány i v kriminalistice, jako tzv. neidentifikační zkoumání. Trasologické stopy se v kriminalistice vyskytují jako otisky (plošné stopy) nebo jako vtisky (objemové, plastické stopy). Oba druhy stop jsou kriminalisticky relevantní a jsou nositelem dynamických znaků biomechanického obsahu (2).

Jedna z důležitých informací o biomechanickém obsahu trasologických stop je kromě tělesné výšky i informace o hmotnosti těla. Hmotnost těla spolu s tělesnou výškou dávají předpoklad k vytvoření představy o pravděpodobném somatotypu osoby, která stopy vytvořila.

Odhad tělesné hmotnosti nebyl dosud zcela vyvíjeným způsobem řešen v naší kriminalistické literatuře, užití obecné koncepce byly sice provedeny, ale zatím není možné zcela přesně stanovit tělesnou hmotnost osoby ze stop zjištěných na místě.

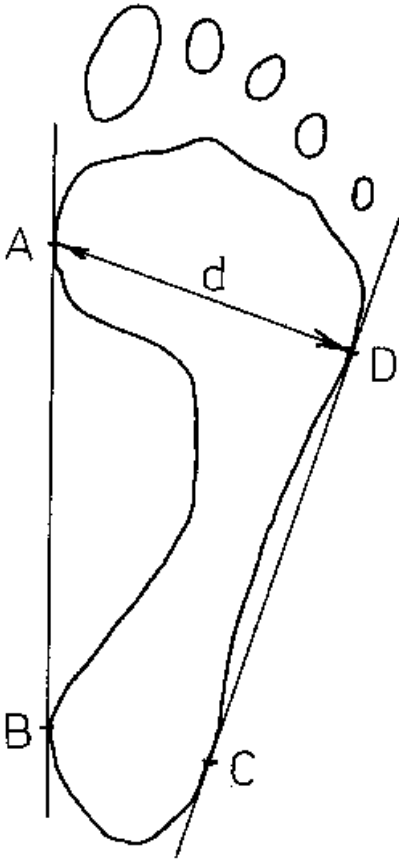
Velmi zajímavé je sledovat tělesnost vztahu korelačního koeficientu délky nohy nejen k tělesné výšce (r_{dv}), ale i k hmotnosti těla (r_{dh}) u vybraných věkových kategorií.

Věk (roky)	MUŽI		ŽENY	
	r_{dv}	r_{dh}	r_{dv}	r_{dh}
10	0,70	0,67	0,71	0,55
13	0,74	0,47	0,71	0,65
15	0,57	0,41	0,69	0,42
17	0,72	0,52	0,75	0,63

Z této tabulky vyplývá, že tělesná hmotnost koreluje s některými vybranými parametry nohy, zejména nohy dospělého člověka.

Pro predikci tělesné hmotnosti osoby bylo na základě experimentu stanoveno několik vztahů. Závislosti se týkají pouze plantogramu bosé nohy, případně otisk bosé nohy v disperzním prostředí. Otisk plošné stopy lze jednoznačně ohraničit vnějšími tečnami, tyto tečny vymezují na plantogramu ty i dotykové body. Na velkém rozsahu měření bylo zjištěno, že s tělesnou hmotností korelují jen plošné stopy v přední části chodidla. Nejvyšší hodnotu korelace vykazuje rozměr v nejširší plošné části chodidla, který pro výpočet v dalším textu označujeme jako rozměr r_d , **obrázek 1**. Korelace tohoto rozměru k tělesné hmotnosti byla zjištěna v hodnotě 0,72.

Hmotnost osoby je možné odhadnout



Obr. 1. Vnější teny plantogramu a vyznačení úseku d pro výpočet tělesné hmotnosti.

podle vzorce, který empiricky zjistil Robbins /1986 (1)/ a jehož vztah v našich podmínkách je zatím omezen pro věk. Robbins prováděl měření na vzorku 550 plantogramů, které byly vytvořeny zdravými jedinci ve věku od 3 do 79 let.

Podogramy pro výzkum byly získány pro případ klidného stoje měřené osoby na obou nohách při subjektivně rovnoměrném zatížení, všechna měření probíhala v laboratorních podmínkách. Autor pro zpracování vytvořil podogramy, které vykazovaly jakékoliv anomálie nebo odchylky od normálního podogramu. Ke všem těmto faktům je nutné přihlížet při použití uvedených metod.

Predikci tělesné hmotnosti lze velmi zjednodušeně vyjádřit jako lineární závislost, a to ve tvaru:

$$h = k_i \cdot d \text{ pro } i = 1, 2, 3$$

kde h je hmotnost těla (v kilogramech), d je délka plantogramu (v centimetrech) a k_i je koeficient, pro nějž platí následující

- k_1 - subjekt obecný, bez rozlišení pohlaví
- k_2 - muži
- k_3 - ženy

Pro hodnoty koeficientu k_i platí následující tabulky (je smírodatná odchylka)

a/ Pro plastickou stopu platí hodnoty koeficientu

koeficient k_i	hodnota pro pravou i levou nohu	
k_1	6,589	2,757
k_2 (muž)	6,822	4,639
k_3 (žena)	6,305	4,592

b/ Pro plošnou stopu platí hodnoty koeficient

koeficient k_i	hodnota pro pravou i levou nohu	
k_1	6,942	2,972
k_2 (muž)	7,505	5,002
k_3 (žena)	6,775	5,303

(upraveno podle Robbinse 1986)

Podle tohoto vzorce je možné odhadnout tělesnou hmotnost osoby ze stop, které zanechala. Přitom není důležité, zda se jedná o stopu plošnou nebo plastickou. Rozhodující je jen skutečnost, že stopa je vytvořena bosou nohou. Přesnost predikce je empiricky i matematicky stanovena na $\pm 4,5$ kg. Uvedené hodnoty koeficientů byly provedeny na poměrně velkém souboru podogramů v zahraničí a ověřeny i pro naši populaci, nebyly zjištěny žádné rozdíly.

Jako příklad výpočtu pravděpodobné tělesné hmotnosti uvádíme následující. Předpokládejme, že na místě trestného činu byla nalezena plošná trasologická stopa nohy pachatele, po zajištění a dokumentaci byla zjištěna hodnota $d = 8,5$ cm (dotykové body vnitřních tečen podogramu), předpokládáme-li, že stopu vytvořil muž, pak jeho tělesná hmotnost se vypočte

$$h = 7,505 \cdot 8,5 = 63,79 \text{ kg}$$

pro ženu by platilo

$$h = 6,775 \cdot 8,5 = 57,58 \text{ kg.}$$

Pro možnost nalezení plastické trasologické stopy by výpočet hmotnosti

pachatele byl pro muže

$$h = 6,822 \cdot 8,5 = 57,98 \text{ kg}$$

pro ženu pak výpočet je

$$h = 6,305 \cdot 8,5 = 53,59 \text{ kg.}$$

Závěr

Pro další zkoumání a prohlubování daného tématu bude nutné získat informace i o dalších parametrech podogramu. Z dosud provedených pilotních experimentů vyplývá, že relevantních parametrů podogramu bude více, dosud jsme získali závislost pro 5 parametrů. Všechny parametry korelují s příslušnými rozměry plantogramu. Nalezení grafických a analytických vztahů je předmětem současného výzkumu.

Souhrn

Podogram bosé nohy je nositelem informace o dynamických znacích biomechanického obsahu trasologických stop. Pro potřeby kriminalistického zkoumání je relevantní příslušný rozměr v přední části chodidla. Na velkém souboru měření bylo zjištěno, že tento rozměr koreluje s tělesnou hmotností. V příspěvku jsou uvedeny jednoduché vzorce pro výpočet pravděpodobné hmotnosti osoby z vybraného parametru - podogramu bosé nohy, a to pro plošné otisky nebo objemové (plastické) vtisky.

Literatura

1. Robbins, L.M.: Estimating Height and Weight from Size of Footprints. Journal of Forensic Sciences, sv. 31, 1986, .1.
2. Straus, J.: Forezní aplikace

biomechaniky v trasologii lokomoce a v
analýze ručního písma. Habilitační práce,
FTVS UK, Praha 1993.

Doc. PhDr. Jiří Straus, CSc.
Kettnerova 2048
155 00 Praha 5

!!! NOVINKA NA ESKÉM TRHU !!! KOLOIDNÍ MINERÁLY

SLOŽENÍ: (mg/l)

hořčík 2000	antimon 0,3
bismut 0,5	bor 0,8
chrom 0,8	kobalt 1
gallium 1	germanium 0,5
železo 300	hlinit 870
molybden 1	nikl 2
kadmík 60	stříbro 0,1
titan 0,1	vanad 0,5
draslík 600	cesium 0,5
rubidium 4	litium 16
stražník 300	chlor 60
hafnium 1	niob 1
thorium <5	thallium <5
zlato 0,3	iridium 1
palladium 0,5	platina 0,5
rhodium 0,5	rubenium 0,5
ceť <5	dysprosium 1
europium 1	gadolinium 0,5
lanthan 0,5	indium 0,1
praseodym <10	scandium 1
terbium 1	thulium 0,5

beryllium 0,1
vápník 300
mangan 4
indium 0,5
mangan 20
fosfor 30
sodík 300
zinek 1
barium 0,5
stroncium 4
zinek 6
tellur <5
wolfram <5
ozmium 0,5
rhenium 0,5
erbidium 1
holmium 0,5
neodym <10
samarium 1
ytterbium 0,5
yttrium 0,1



K - MINERAL JISKRY ŽIVOTA

Koncentrovaný roztok p írodních minerál v unikátní koloidní form .
Zdroj chybících složek potravy, zdroj energie, vitality a síly.
Neobsahuje chemické, konzerva ní, aromatické ani chu ové p ísady.

POTRAVINOVÝ DOPL EK. P ÍRODNÍ PRODUKT.

Dováží: FONTIS, P.O. box . 30, Trojská 173 E,
pošta PRAHA 71, 171 00. E-mail: fontis@czn.cz
<http://www.teleport.com/~zlinak/mineral>

POUŽITÍ:

K - MINERAL je koncentrovaný roztok koloidních minerál , d ležitých pro vznik bun né energie a dopln ní chybících složek lidské potravy. K - MINERAL stimuluje organismus k optimální imunitě a zlepšuje p íjem vitamínů a živin. Doporu ená denní dávka p edstavuje vyváženou kombinaci všech pot ebných složek lidské potravy, chybících v dnešní jednostranné výživě .

DÁVKOVÁNÍ:

Denní dávka - 12 let aš dosp í : 4 ml
d í od 3 do 12 let: 2 ml
4 ml = jedna kávová lží ka, nebo též obsah uzáv ru lahvi ky.
Denní dávku zamíchejte ve sklenici vody nebo džusu a vypijte pokud možno po jídle.

SKLADOVÁNÍ:

Skladujte uzav ené, v suchu, p í teplotách od 10 aš do 30 °C. Uložte mimo dosah d í.

VÝROBCE:

C & M Laboratoires International, U.S.A

ortotika

s.r.o.

Hledáme nové dealery - zavád ní distribu ní sít

Distribuce: ORTOTIKA s.r.o., U Invalidovny 7, 180 00 Praha 8

Tel/fax/zázn: (02) 2481 6481

Prodej dealer m, informa ní a propaga ní materiály.

Maloobchodní prodej: Prodejna zdravotnických pot eb

Poliklinika Olšanská 7, 130 00 Praha 3, tel: (02) 2421 0112 1.202

Možnost zaslání na dobírku.

**THE TREATMENT OF SEVERE CHRONIC
SLIPPED CAPITAL FEMORAL EPIPHYSIS
BY SOUTHWICK'S OSTEOTOMY**

S. SLAVKOVI , Z. VUKAŠINOVI , V. LALOŠEVI

Special Orthopaedic Hospital "Banjica", Belgrade

Summary

The authors report results of 164 bipolar trochanteric osteotomies of femur performed in the 18 years period. They have used the technique described by W. Southwick in 1967. Surgical indication: severe chronic slipped capital epiphysis from 30 to 70 degrees on AP and Lauenstein roentgenograms. The mean age of patients treated surgically has been 14 years and two months (between 11 and 17 years, two patients have had 41 and 44 years of age). The complications have been overcorrected. The classification of results has been done according to Howorth-Ferguson. The following advantages of the technique are stressed: possibility of precise measurements of the angle between slipped head and neck of the femur, good correction of the deformity, low risk rate of avascular necrosis of the epiphysis, immediate rehabilitation of the operated hip.

Key words: slipped capital epiphysis, trochanteric osteotomy, chondrolysis of the hip.

Introduction

The technique of bipolar trochanteric femoral osteotomy with severe chronic epiphyseal slip has been described by W.

Southwick since 1967 (20, 21, 22). Using this technique, the avascular ischemic epiphyseal necrosis has been avoided, besides other techniques for femoral neck osteotomy (1, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 14, 24, 25) where this complication can occur. But even after this osteotomy, the chondrolysis of the femoral cartilage can be seen (2, 6, 23), this probably being the consequence of epiphyseal slip for itself, excluding the corrective surgical procedure.

Many authors already have described various surgical techniques for correction of the developed deformity (7, 15, 16). The final results, however, represent mostly a disappointing period in the history of orthopaedic surgery (3,17). For that reason, W. Southwick has published the original surgical procedure that enables:

Performing very precisely the biplane corrective osteotomy, preoperatively measuring the angles of epiphyseal slipping to the femoral neck in any direction (19,20,21),

The beginning of the rehabilitation of the operated hip, soon after the procedure has been done, and early mobilisation of the patient, which shortens the time of hospitalization (8),

Low risk of usual, but the most severe

Operative technique

First, the surgeon must make the roentgenograms of both hips in AP and Lauenstein positions and measure, preoperatively, the angle of epiphyseal slipping, as the angles of the epiphysis position to the femoral neck of the normal hip. The difference between the normal and affected hip represents the angles for correction of the deformity. This Southwick's way of measuring is still the most precise one (Fig 1a).

The patient in general anesthesia is placed on the traction operating table. Using the common lateral approach through the tissues, the anterior and lateral side of femur are exposed and the periosteum is stripped. Then the tendineous part of the psoas muscle is detached, taking care not to injure the anterior branches of the medial circumflex artery, which are nearby. With sharp osteotome, the surgeon makes the mark on the junction between the anterior and lateral sides of the femoral shaft, approximately 8 cm in length. After that, transverse osteotomy is made through the superior pole of the lesser trochanter. Both femoral diameters are measured, and according to Ivan Djori tables, the wedge bases are determined on the anterior and lateral sides of the femur, in accordance with previously measured angles for correction (Fig. 1b).

With the electric saw the wedges are cut and pulled out, in width of two thirds of the femoral diameter. Then, there follows the rotation of the distal part inwards, with patella facing the roof of the operating room. The manoeuvre continues when surgeon tries to adapt the osteotomized surfaces and check the correction, which is

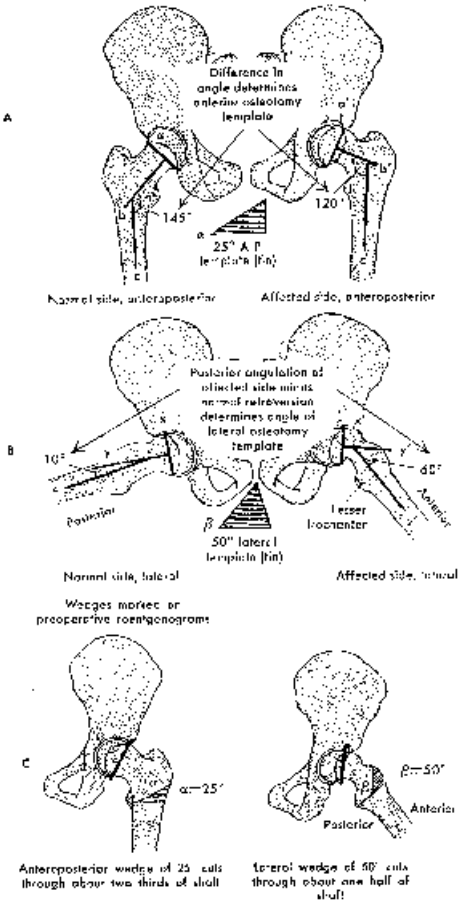


Fig. 1a. Measurement of the angle of femoral epiphyseal slipping according to Southwick on AP and Lauenstein roentgenograms.

complications - ischemic, avascular necrosis of the femoral head and hip chondrolysis (18, 26).

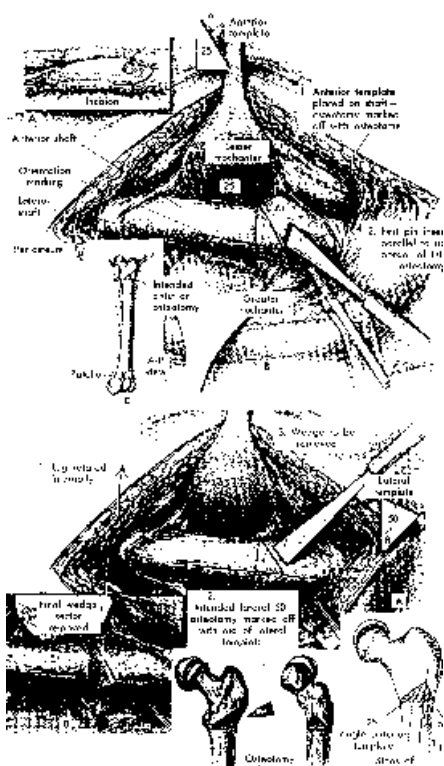


Fig. 1b. Southwick osteotomy performed in the patient 44 years old. Typical deformity "pistol grip" and subsequent coxarthrosis. Excellent result after 12 years follow-up.

essential for plate modeling. This is not the original part of the procedure because of lack of the original external fixator. Plate modeling is done separately for each patient. After that, the osteotomized surfaces are finally adapted and osteosynthesis is made with the modified

plate and 6 or 7 screws. After checking the stability of the osteosynthesis, the drainage is placed and soft tissues are reconstructed. Mean duration of the procedure was 65 minutes (from 45 to 80 min.) and mean blood loss 400 ml (from 250 to 600 ml of blood). Mean duration of the hospital treatment was 35 days.

Postoperative care

Soon after the procedure the cutaneous traction has been placed on the operated leg, from 2 to 5 kg, depending on the body weight of the patient. On the first day after the operation, the exercises begin with static contractions of gluteal and femoral muscles. On the seventh day passive extension of the operated hip with the knee in extended position follows. Control roentgenograms are made between the 6th and 7th week after the operative treatment and depending on current findings, the patient gets up and starts to walk with crutches avoiding the stance on the operated leg and goes home or to another institution for further rehabilitation. The weightbearing on the operated leg is permitted three months after the surgery, if the osteotomy heals. The previously mentioned way of osteosynthesis does not require cast immobilization and enables early rehabilitation and provides short intrahospital period. Analyzing the clinical material, the healing of the osteotomy has been in a very high percentage (over 97%) in predicted time.

Clinical material

In the period 1978-1996 in SOHB Banjica in Belgrade 160 Southwick osteotomies were performed in 151 patients (98 male and 35 female). In most

cases the patients were adolescents. The mean age was 14 years and 2 months (from 11 to 17 years of age). Two patients (41 and 44 years of age) had the typical "pistol grip deformity" (Stulberg). They had pains and all signs of developed coxarthrosis because of untreated slipped capital femoral epiphysis in adolescent period (Fig. 2).

In 100 patients the left hip was affected, 9 patients went through the bilateral Southwick procedure, while in 5 cases the acute epiphyseal slipping occurred on the contralateral hip where the treatment was conservative (Fig 3).

The follow-up period after surgery was from 1 to 18 years. Preoperative studies and estimation of results during the last control examination included the measuring of lower extremities, movability of the hip in flexion and extension, abduction and

adduction and both rotation movements. The Southwick way of measuring was used by measuring the angle of the epiphyseal slip on the roentgenograms made in AP and Lauenstein positions before and after the surgery. The width of the articular space and of the epiphyseal plate was measured directly on AP roentgenograms (the error in measuring was less than 1 mm). Using the same principle, the position of the epiphysis was measured on the AP and Lauenstein roentgenograms before and after the operation.

Results

The results have been estimated in accordance with changes in joint movability (according to Howorth-Ferguson index) and in accordance with Southwick's measuring procedure on the

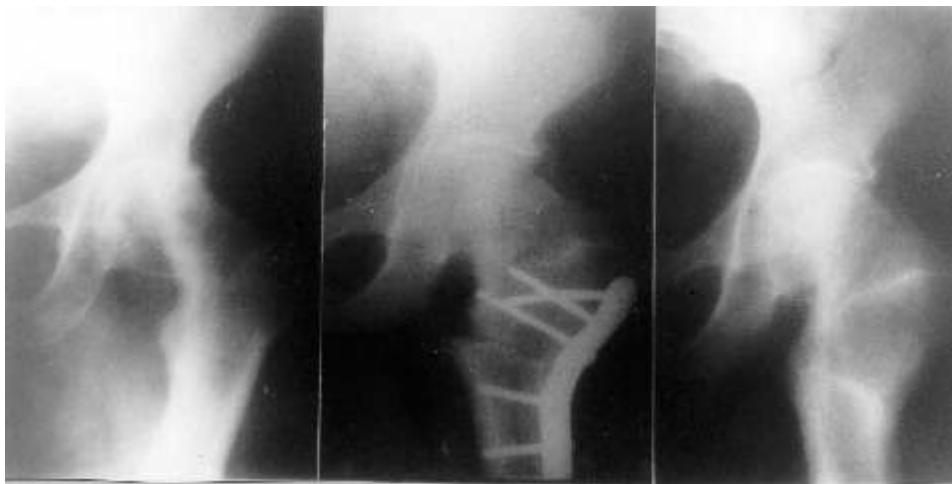


Fig. 2. Southwick osteotomy performed in the patient 44 years old. Typical deformity "pistol grip" and subsequent coxarthrosis. Excellent result after 12 years follow-up.



Fig. 3. Girl 13 years old. Unilaterally performed osteotomy. A year afterwards developed an acute slipping of the femoral epiphysis treated by continual bone traction. In both cases excellent results achieved.

roentgenograms. Drehman and Lorenzo signs have been always examined. The length of the lower extremities and width of the articular space have been compared.

Movability

Rotatory movements have changed the most. Internal rotation has increased from 30 to 35 degrees, while external rotation has decreased from 25 to 15 degrees. Abduction of the hip has increased from 20 to 25 degrees and adduction has decreased from 20 to 10 degrees. The flexion-extension arc has increased from 20 to 40 degrees. Drehman and Lorenzo signs which indicate the retroversion of epiphysis have disappeared in 86 % of patients, while in 14 % they have been significantly reduced, but still slightly positive.

Angles on roentgenograms

On the AP roentgenograms the valgus position of epiphysis has increased from 20 to 50 degrees and on the Lauenstein roentgenograms the retroversion of

epiphysis has decreased from 45 to 18 degrees.

Extremity length

In 122 patients tolerant equality of lower extremities has been achieved (less than 0,5 cm), but during the growth in younger patients (54) inequality has appeared (from 0,5 to 2 cm) because of growth arrest in subcapital cartilage that had been definitively damaged by epiphyseal slip. In 20 patients the affected leg has been shorter from 1 to 1,5 cm, mostly because of insufficient correction or because of long-term growth arrest in subcapital cartilage. In 8 patients the operated leg has been longer (3 cm) due to hypercorrection, or in another words, because of excessive increased coll-diaphyseal angle.

Complications

Early postoperative complications have appeared as a skin infection and prolonged wound healing in 27 patients, but they have passed without permanent consequences. Prolonged healing of osteotomy has been

observed in 5 patients, but forced walk and weightbearing enabled healing between the 5th and 8th month. In three cases breaking of the fixation screws occurred with minimal loss of the achieved correction without damaging the final result. Pseudoarthrosis has appeared in two patients (boy, 12 years of age, and female, 41 years of age). Osteoplasty has been performed in both cases with very good final results.

The most severe complication is chondrolysis of the hip. Clinically, it is manifested by progressive loss of hip movements, appearance of pain inguinal and knee regions, and leg is in external rotation. The patient limps, the walk is bizzare. On the roentgenogram massive demineralization of the epiphysis, femoral neck and supraacetabular region of the iliac bone have been observed, followed by obvious tightening of the articular space which rapidly becomes deformed and sclerotic. The tightening of the articular

space and loss of joint movements have been seen in 29 patients (20%). In 27 operated patients this complication has appeared between 5 and 10 months after surgery (Fig. 4). In one patient chondrolysis has appeared 13 months and in another 42 months after operation. This case remains unexplained although cutaneous traction of 4 kg during the following 4 months has given an excellent result, in another words the function of the hip has been practically normal.

Chondrolysis has been observed in both sexes, in all morphotypes, both sides affected almost equally. In all parameters, no causal relations have been found. This complication is more frequent if the epiphyseal slip has been more severe, or in another words if the more excessive surgical correction had to be made, as in patients where the screws on the proximal femoral end have been too long and significantly (0,5-1 cm) have remained off the cortex of the femoral neck, or in another



Fig. 4. Osteotomy and fixation of the femoral epiphysis - the too long screw penetrates epiphysis and two other (proximal) screws are also too long and within the joint space, followed with chondrolysis treated with traction (middle). The final result is good (right).

words they have been in intraarticular position. The authors conclude that every loss of synovial fluid during operation provokes the development of chondrolysis (from 29 cases this complication has occurred in 24 patients). From 29 hips where chondrolysis has appeared all patients have been treated with continuous traction and physical therapy from 3 to 10 months. In 16 patients the function of the hip has been preserved, graded from good to excellent. In 4 patients the movability has been reduced between 30 and 40 % while in 9 patients the fibrous contracture of the hip has remained with minimal movability in the joint. All of them have been discovered too late or treated inadequately so that intraarticular changes have become irreversible.

Discussion

This osteotomy should not be performed by surgeons who did such interventions occasionally, except if they are familiar with procedure details described by Southwick. If preoperative measurements have been done, if operation has been performed precisely and if postoperative rehabilitation has gone right the results of this operation are very good.

The operation has very strict indications and possibilities - chronic slipped capital epiphysis in any direction to 60 degrees. Maximal correction to 50 degrees is possible. In cases where degree of slipping is greater Southwick recommended reoperation after one year.

We strictly applied Southwick osteotomy, except in way of osteosynthesis, in some cases, what caused certain technical problems in plate modeling, quality in fragment adaptation and osteosynthesis.

This is especially related with more severe slipping of the femoral epiphysis, which requires wedge resection with longer basis, as in patients with a shorter distance between greater and lesser trochanter.

The external rotation as consequence of epiphyseal retroversion has been corrected by derotation of the femoral shaft, but the problem remains that the greater trochanter remains rotated posteriorly, which decreases the mechanical value of the abductor muscles of the hip. In 14 % of operated patients the retroversion of epiphysis has not been corrected sufficiently as the external rotation what has been clinically acceptable, in general, although it leads to the shortening and minimal loss of hip movements. It can be expected that coxarthrosis will appear.

In cases of hypercorrection, especially in valgus position, the lower extremity has been longer, the knee has shown tendency for valgus positioning and the muscle strength and volume have not been increased. The gait of these patients is characteristic, with the operated leg in adducted position. Neither of them has agreed with recommended reoperation. This problem always appeared in surgeon's wish to make the correction as best as possible, as in patients who have had increased value of the coll-diaphyseal angle. It is obvious that these results, besides the good movability of the joint, could not earn a good mark. The development of avascular ischemic necrosis has not been observed although this can happen if the branches of medial circumflex artery are injured while detachment of m. psoas tendon exists.

Chondrolysis development has already been discussed, according to our

experience its appearance is still unknown. But it is obvious that perforation of the epiphysis with too long osteofixating material which causes synovial fluid loss during the operation, as well as application of cast immobilization are obvious risk factors provoking development of this complication. It is discussible but logical that excessed valgus increases intraarticular pressure on the cartilage, this factor that accelerates the process of articular space tightening.

Southwick has established that epiphyseal fixation is necessary for holding further epiphyseolysis. In our experience it is not necessary because epiphyseal slip by itself causes earlier closure of the subcapital epiphyseal cartilage and consequently it is biologically stabilized so that precaution measure of fixation prolongs the procedure with high risk for making technical mistakes and development of hip chondrolysis. In just one case we have observed a very slight further epiphyseal slipping, stopped by resting.

In cases where the epiphyseal cartilage did not close in three months period while the hip was unloaded it has closed by itself or has gained normal mechanical stability.

Because of the possibility of the contralateral slip the patient and parents should be warned about this danger and they should know about the urgency of immediate examination if limping occurs which is not always followed by pain.

Because most of the patients were in the adolescent period the plate and screws removal was performed one year later. No refracture after plate and screws removal, as mentioned by some authors has been observed. The efficiency of this operation

is in the improvement of anatomical relations within the hip joint which leads to the normal activity and prolongs the development of degenerative changes. The consequence of this operation is the deformity of the proximal femur which will probably alleviate the implantation of the diaphyseal part of prosthesis because of coxarthrosis, this being an unavoidable consequence of slipped capital femoral epiphysis. Up to now we have not accepted any single patient in whom total arthroplasty of the hip has been indicated for already mentioned reasons.

References

1. BARMADA R, BRUCH R F, GIMBEL JS, RAY RD (1978). Base of the neck extracapsular osteotomy for correction of deformity in slipped capital femoral epiphysis. *Clin. Orthop.* 132, 98-101.
2. BOYED DW, MICKELSON MR, PONESSTI IV (1981). Slipped femoral epiphysis. Long-term follow up of one hundred and twenty-one patients. *J. Bone & Joint Surg.* 63(A), 85-95.
3. DE PALMAA, DANYO JJ, STOSE WG (1964). Slipping of the upper femoral epiphysis. *Clin. Orthop.* 37, 167-183.
4. DUNN DM, ANGEL JC (1978). Replacement of the femoral head by open operation in severe adolescent slipping of the upper femoral epiphysis. *J. Bone & Joint Surg.* 60(B(3)), 394-403.
5. FICH JB (1984). Cuneiform osteotomy of the femoral neck in the treatment of slipped capital epiphysis. *J. Bone & Joint Surg.* 66(4), 1153-160.
6. GAGE JR, SUNDBERG AB, NOLAN DR, SLETTEN RRB (1978). Complications after cuneiform osteotomy

-
- for moderately slipped capital femoral epiphysis. *J Bone & Joint Surg* 60(A): 157-165.
7. GRIFFITH MJ (1976). Slipping of the capital femoral epiphysis. *Ann Coll(urg Engl* 56: No. 1: 34-42.
8. HALL JE (1957). The results of treatment of slipped femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg* 39(B(4)): 659-673.
9. HAMON G, VAN DE VELDE V, LETENDART J (1989). Treatment de l'epiphysiolyse grave de l'adolescent par osteotomie du col femoral: Resultat a long-terme. *Rev Chir Orthop Suppl* I: 133-134.
10. IRELAND J, NEWMAN PH (1978). Triplane osteotomy for severely slipped upper femoral epiphysis. *J Bone & Joint Surg*. 60(B(3)): 390-393.
11. IRELAND J, NEWMAN PH (1978). Triplane osteotomy for slipped upper femoral epiphysis. *J Bone & Joint Surg* 60(2): 133-135.
12. KRAMER WG, CRAIG WA, NOEL S (1976). Compensating osteotomy at the base of the femoral neck for slipped capital femoral epiphysis. *J Bone & Joint Surg* 58(A): 796-800.
13. MARTIN PH (1948). Slipped epiphysis in the adolescent hip. A reconsideration of open reduction. *J Bone & Joint Surg* 30(A): 9-19.
14. MERCHAN CM, MUNUERA I (1992). Intertrochanteric osteotomy for the treatment of chronic slipped capital femoral epiphysis. *Int Orthop* 16: No.1: 771-772.
15. NEWPAN PH (1956). Surgical treatment of slipping of upper femoral epiphysis. *J Bone & Joint Surg* 38: No. 3: 390-393.
16. O' BRIEN ET, FANEY JJ (1977). Remodeling of the femoral neck after in situ pinning for slipped capital femoral epiphysis. *J Bone & Joint Surg* 59(A): 62-68.
17. PERIKINS G (1932). Treatment of adolescent coxa vara. *Med Brit* 11: No.1: 55-56.
18. RAO JP, FRANCIS AM, SIWEK CW (1984). The treatment of chronic slipped capital femoral epiphysis by biplane osteotomy. *J Bone & Joint Surg* 66.: 1169-1174.
19. SALVATI EA, ROBINSON HJ, ODOWD TJ (1980). Southwick osteotomy for severe chronic slipped capital femoral epiphysis - results and complications. *J Bone &. Joint Surg* 62(4): 561-569
20. SLAVKOVI S (1984). Epifizioliza proksimalne epifize femura. Doktorska disertacija, Med fakultet Beograd, Beograd.
21. SOUTHWICK WO (1967). Osteotomy through the lesser trochanter for slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg* 49: 807-835.
22. SOUTHWICK WO (1973). Compression fixation after biplane intertrochanteric osteotomy for slipped capital femoral epiphysis. *J Bone & Joint Surg* 55: 1218-1224.
23. STASIKELIS JP, SULLIVAN MC, PHILLIPS AW, POLARD JA (1996). Slipped capital femoral epiphysis - prediction of contralateral involvement. *J Bone & Joint Surg* 78(8), 1149-1155.
24. SUGIOKA Y (1982). Osteotomie transtrochanterienne de rotation de la tete femorale. *Rev Chir Orthop Suppl* II, No. 69, 9-22.
25. SZYPRYT PE, GLEMENT AD, COLTON LC (1987). Open reduction for slipped upper femoral epiphysis. A combination of Dunn's operation and the
-

Heyman-Heridon procedure. J Bone & Joint Surg 69(B(5)), 737-742.
26. YOSKIOKA Y, SHICHIKAWA K (1987). Autoimmunity and chondrolysis of the hip Int Orthop 11: No 3: 289-293.

Prof. Zoran Vukašinovi ,MD,Ph.D.
Special Orthopaedic Hospital "Banjica"
28 Mihajla Avramovi a P.O. Box 803
11041 Belgrade, Yugoslavia

Černý - ortopedická protetika

Individuálně zhotovované trupové ortézy.

*** VYSOKÁ ÚINNOST * PERFEKTNÍ VZHLED ***

Dynamické korekční trupové ortézy pro léčbu skoliózy typu Černý.

Korekční trupové ortézy pro léčbu skoliózy typu Cheneau.

Reklineční trupové ortézy typu Gschwend (např. pro m. Scheuermann).

Stabilizační trupové ortézy pro C, Th a LS páteř.

Provozovna: Truhlářská 8, 110 00 Praha 1, tel.: (02) 231 4760



Typ Cheneau

Možnost úpravy tloušťky korekce v závislosti na stupni skoliózy všech tvarů a velikostí zakřivení.

Příklad korekce křivky →



Lumbostat



Reklineční typ Gschwend



Reklineční typ Černý

COMPLICATIONS OF INTRAMEDULLARY NAILING AND REGENERATION OF LONG BONES AT SOME BONE DYSPLASIAS

¹Mařík I., ²Sobotka Z.

¹Ambulant Centre for Defects of Locomotor Apparatus, Prague

²Mathematical Institute of Academy of Sciences of Czech Republic, Prague

Summary

The authors analyse the causes of complications of intramedullary nailing (I.N.) at some bone dysplasias (BD). They evaluate these complications and recommend the corresponding therapy. On the basis of clinical, X-ray and surgical observations, the biomechanical conditions and effects of I.N. are explained. For severe deformities in the years 1986 - 1996, there was carried out the surgical treatment of 21 patients (9 boys and 12 girls) with Osteogenesis Imperfecta (OI) in the age of 2 - 25 years, 4 patients (2 boys and 2 girls) with Vitamin D Resistant Rickets (VDRR, Hypophosphatemic Rickets) in the age 7,5 - 13,5 years and 5 other patients with BD. In the subgroup of OI patients, 57 multiple or corrective osteotomies and in that of VDRR patients 16 multiple osteotomies have been carried out. The complications of I.N. according to the clinical observations and frequency can be classified within nine following groups:

1. nail angulation and bone microfracture,
2. proximal or distal migration of the nail,
3. pseudoarthrosis,
4. fracture of the bone on the nail,
5. nail and bone fracture,
6. nail perforation through the bone,
7. fracture of the bone at the tip or under the nail,
- 8.

resorption of the bone tissue around the nail (subperiosteal or cortical atrophy), 9. malposition of joints. The most frequent complication was the nail angulation. The malposition of joints was observed almost at all cases of OI patients. Because of different deformation properties, the contact length between bone and nail is limited. The contact then occurs only in the neighbourhood of some critical points where a concentration of contact stresses arises. These stress concentrations at nail ends and on the physiological convexity of diaphysis together with torsional instability of nails and insufficient friction between the bone and nail are the most frequent biomechanical causes of observed complications.

Key words: intramedullary nailing, I.N. complications, bone dysplasias, deformation of bones and nails, critical points at corticalis, stress concentrations.

Souhrn

Auto i analyzují p í iny a komplikace nitro e ového h ebování (I.N.) u n kterých kostních dysplazií. Vyhodnocují tyto komplikace a doporu ují p íslušnou terapii. Biomechanické podmínky a komplikace I.N. se vysv tlují na základ

klinických a rentgenologických pozorování a podle výsledků operací výkon. V letech 1986 - 96 bylo provedeno chirurgické léčení závažných deformit (technikou mnohočetných osteotomií) u 21 pacient s osteogenesis imperfecta (9 chlapců a 12 dívek) ve věku od 2 do 25 let, u 4 pacientů (2 chlapců a 2 dívek) s vitamín D rezistentní křivicí (VDRR, hypofosfatemická křivice) ve věku 7,5 až 13,5 roku a u 5 pacientů s jinou kostní dysplazií. V podskupině pacientů s osteogenesis imperfecta bylo provedeno 57 mnohočetných nebo korekčních osteotomií. U pacientů s VDRR bylo provedeno 16 mnohočetných osteotomií. Podle klinických a rentgenologických pozorování rozdělujeme komplikace nitroděhového hřebování do těchto devíti skupin: 1. ohnutí hřebu a kostní mikrofraktura, 2. proximální nebo distální migrace hřebu, 3. pseudoarthrosis, 4. fraktura kosti na hřebu, 5. zlomení hřebu a fraktura kosti, 6. proniknutí konce hřebu skrz kost, 7. fraktura kosti na hrotu hřebu, 8. resorpce kostní tkáně v okolí hřebu (subperiosteální nebo kortikální atrofie), 9. malpozice sousedních kloubů. Nejčastější komplikací bylo ohnutí hřebu. Malpozice sousedních kloubů se pozorovala skoro u všech pacientů s osteogenesis imperfecta. Pro rozdílné deformující vlastnosti je kontaktní délka mezi kostí a hřebem omezená. Proto nastává dotyk jen v okolí kritických bodů, kde vznikají koncentrace kontaktních napětí. Tyto koncentrace napětí u konce hřebu a na fyziologické konvexitě diafýzy spolu s torsní nestabilitou hřebu a nedostatečným tlakem mezi kostí a hřebem jsou nejčastějšími biomechanickými příčinami pozorovaných komplikací.

Klíová slova: nitroděhové hřebování, komplikace I.N., kostní dysplazie, deformace kostí a hřebu, kritické body na kortikalis, koncentrace napětí.

Introduction

The intramedullary nailing (I.N.) again became in last years very useful method in traumatology above all the so-called technique of assured nailing. According to the experiences of authors, the intramedullary nailing is method of choice of surgical therapy at bone dysplasias with decreased bone density and/or dysplasias with defective mineralization and/or at some cases of bone dysplasias with disorganized development of cartilaginous and fibrous components of the skeleton (6,4). In patients with decreased bone density (e.g. osteogenesis imperfecta), the plating is contraindicated during growth period (7).

The main indications of intramedullary nailing are pathological fractures, pseudoarthroses, deformity corrections and stabilisation of bone regenerates after prolongation.

The remodeling of disturbed bone tissue occurs in a limited manner at all above mentioned skeletal dysplasias. The impulses for remodeling of the bone tissue consist in the deformational changes of bones such as shortenings and extensions (2).

Due to the organic components of bone tissue such as collagen, elastine and proteoglycans, the bones exhibit not only elastic but also viscoelastic properties which cause the so-called elastic after-effect connected with time-dependent deformation. If a bone is acted on by the constant load, it deforms because of its

viscoelastic properties further with time and this deformation process asymptotically fades after a certain time. In a similar manner, the strain asymptotically decreases with time after removing the load. Since the remodeling of bone tissue is conditional on deformational changes represented by varying shortening or extension, it occurs even under constant load or after unloading due to the viscoelastic after-effects. The investigation of these phenomena has led to the formulation of the deformational-rheological theory of bone remodeling (12,13). According to this theory, the remodeling of bone tissue occurs at both elastic and viscoelastic changes of its deformation.

Materials and Methods

For biomechanically noted deformities, pseudoarthroses or pathologic fractures in the years 1986 - 1996, we have operated 21 patients (9 boys and 12 girls) with osteogenesis imperfecta (OI) in the age of 2 - 25 years (**Table 1.**), 4 patients (2 boys and 2 girls) with vitamin D resistant rickets (VDRR) in the age of 7,5 - 13,5 years (**Table 2.**) as well as the patients with diagnoses enchondromatosis, McCune-Albright syndrome, hypophosphatasia, neurofibromatosis von Recklinghausen and oncogenic rickets (**Table 3.**).

We make use of surgical technique described by Sofield and Millar in 1959 (14). We insert the nails and wires of fixed length and reoperate when the distal end retreats from the end of the long bone or when some complications arise. Originally we used mainly K^untscher nails and the bone fragments were bored. At present in patients with OI, we are using two or more

Kirschner wires in surgical treatment or reoperations of broken or bend K^untscher nails in order to respect, as much as possible, the isoelasticity of the pathological bones with the osteosynthetic materials.

In toddlers and small children with OI, we started to use the technique of bipolar intramedullary pinning (8). The Kirschner wires are introduced from both proximal and distal ends of long bone. During growth, proximal and distal wires slide and osteosynthesis expand regularly.

In patients with VDRR, we still use K^untscher nails. We successfully used the technique of assured nailing in a male-patient suffering from oncogenic rickets in the end of skeletal growth..

In the case of severe deformities of lower extremities with malposition of hip, knee and ankle joints, there was in one stage simultaneously operated the deformity of femur and tibia with the aim to correct the axis and malposition of the leg.

The axis and malposition of operated extremities are assured immediately after surgery by plaster casts for the time as short as possible. In patients with OI, the plaster casts are replaced by the orthoses according to Sarmiento. These orthoses are applied for a long time in order to prevent fractures and deformities and improve mobility.

In the subgroup of patients with osteogenesis imperfecta, 57 multiple or corrective osteotomies of long bones of lower and upper extremities have been carried out by the same orthopaedic surgeon. In the course of treatment, the effect of Calcitonin were evaluated in 12 patients of our subgroup (5).

In the subgroup of patients with vitamin D resistant rickets, 16 multiple corrective

osteotomies of lower extremities have been performed. The surgical treatment was indicated after bone metabolism compensation - i.e. long-term supplementation of Calcitriol and Phosphate before and after operation.

Table 4 summarizes localisation of multiple osteotomies of a group of 21 patients with different types of osteogenesis imperfecta. **Table 5** contains the data concerning 4 patients with vitamin D resistant rickets.

Results

According to the clinical and X-ray observations and frequency, the complications of intramedullary nailing can be included in nine following groups:

1. nail angulation and bone microfracture,
2. proximal or distal migration of the nail,
3. pseudoarthrosis,
4. fracture of the bone on the nail,
5. nail and bone fracture,
6. nail perforation through the bone,
7. fracture of the bone at the tip of nail or wire,
8. resorption of the bone tissue around the nail (subperiosteal or cortical atrophy),
9. malposition of joints.

The total frequency and localisation of I.N. complications is shown in **Table 6**. We follow in the long-term period, from the whole group of 30 patients with bone dysplasias, 20 patients till now. The most frequent complication was the angulation of the nail or wire. Total number of complications is equal to the number of corrective or multiple osteotomies. The most complications were localised at tibia /38/ and femur /34/. The malposition of joints is not mentioned. It was observed almost at all OI patients.

The pseudoarthroses were observed in OI patients, who were not treated surgically in childhood /3/ and in one female-patient who was operated in adulthood and healing was complicated by osteitis. Five cases of pseudoarthroses were successfully healed by the surgical treatment.

Because of different deformation properties, the contact length between the bone and nail is limited. The contact then occurs only in the neighbourhood of some critical points where a concentration of contact stresses arises. These stress concentrations on the physiological convexity of diaphysis and at the tip of nails are the main biomechanical causes of observed I.N. complications.

There are two main cases of limited contact in three critical points at the nail ends and on the convexity at diaphysis which are schematically shown in Fig.1a and Fig.1b. In the first case, the straight, relatively stiff nail touches the curved bone while in the second case, the curved, relatively flexible nail touches the straight bone (Fig.1b). In both cases, there are three contact points C. As can be seen from the schemes in Fig. 1a and 1b, two limiting cases are characterized either by curved segments or curved nail. Of course, we have an extensive variety of intermediate cases.

Two limiting cases shown in Fig.1a and 1b with curved bone or nail represent the state existing six and more months after corrective osteotomies when the individual bone segments are healed and grewed together and remodeling is accomplished.

The curving of separated bone segments or nail in two fundamental cases shown in Fig. 1a and 1b is increased by tension of

Fig. 1a,b. The schemes of two main cases of limited contact between the nail and bone wall.

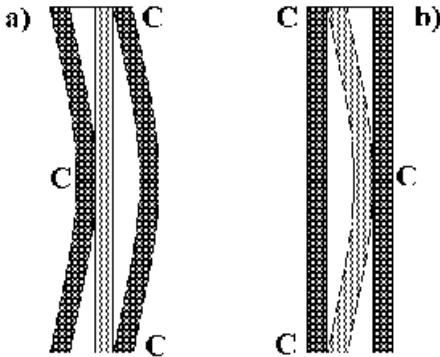
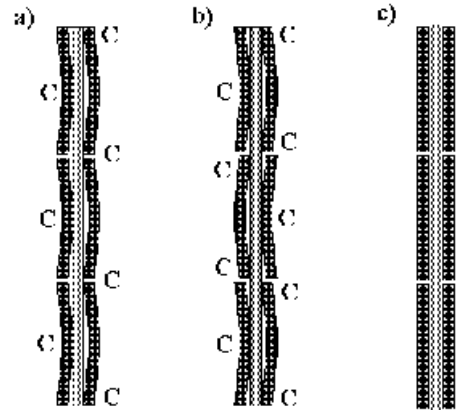


Fig. 2a,b,c. The schemes of three postoperative situations.



soft tissues which act by tension as a bow string.

However, in the first period after surgery the bone segments are separated and each of them touch the nail like the whole bone in Fig. 1a or 1b. The situations which occur after surgery are schematically shown in Figs. 2a,b,c. Fig. 2a represents the state after wedge-shaped osteotomies with the basis on convexity of diaphysis. It is used at patients with VDRR and those with OI after the skeletal maturity. The situation when the middle segment is turned about 180 degrees and is totally devitalized is shown in Fig. 2b. The corresponding procedure is applied for children with OI before the end of skeletal growth.

Fig. 2c represents the situation when the medullary canal vanished and therefore the segments were bored in order to facilitate the introduction of the nail.

The functional load is taken over by the nail, bone and eventually soft tissue in

proportion of their stiffness represented by the product of cross-sectional area and modulus of deformation.

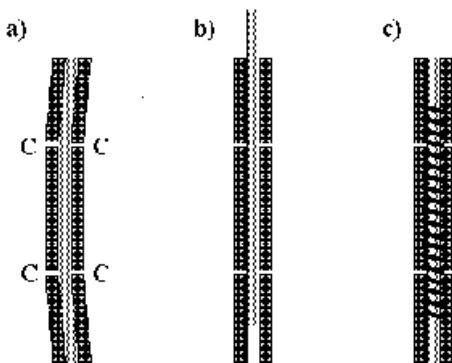
The friction between the bone segments and that between the bone and nail is very important. It increases with the compressive force on the contact surfaces.

The bending of nail or wire due after surgery to the tension of soft tissues is shown in Fig. 3a. Fig. 3b represents the result of low friction between the nail and inner wall of the medullary canal and namely the proximal shift or migration of the nail. The scheme of application of the threaded wire is shown in Fig. 3c. The aim is to increase the friction between the wire and inner wall of bone segments as well as this between the adjacent bone segments.

Discussion

On the basis of the observed **Fig. 3a,b,c. The schemes of curving and**

proximal migration (shift) of the nail and the measure increasing the friction between the nail and bone.



complications of I.N. and biomechanical studies, we prefer two or more Kirschner wires from reasons of relative isoelasticity with abnormal bone tissue as prevention of torsion and as a support of subperiosteal bone apposition.

We have no personal experience with the telescoping rods (1,3). The telescopic extensible intramedullary rod is totally insufficient in the torsion of bone segments (11). The next disadvantage is necessity of excessive intramedullary boring especially in young children with risk of cortical resorption.

The observed complications of intramedullary nailing are involved by various causes which have biomechanical and physiological character.

1. The proximal migration of the nail is caused by insufficient contact in critical points (10) and insufficient frictional forces between the nail and bone. The distal migration was involved by physiological

growth of long bones in cases with sufficient frictional forces between the nail and bone.

2. The pseudoarthrosis is due to the insufficient blood supply and bone remodeling and as well as to the insufficient fixation of bone segments. It sooner or later leads to angular bend and fracture of nails or wires.

3. The complications of I.N. characterized by excessive deformation of the nail and failure of nail or bone are involved by high stress concentration in the critical points in combination with insufficient healing of bone segments (pseudoarthrosis) or injury.

4. The cause of cortical atrophy is iatrogenous defect of endosteum produced by excessive intramedullary boring with failure in blood supply which accompanies insertion of too thick and rigid nails and congenital insufficient subperiosteal apposition of bone tissue.

5. The malposition of joints is due to insufficient interaction of bone segments with insufficient frictional forces between them. The friction between the segments can be increased by compression acting perpendicularly to the contact surfaces and having a stabilization effect (9).

Conclusion

The observed complications of I.N. at osteogenesis imperfecta and biomechanical studies unambiguously indicate the application of nails with the same bending stiffness as that of long bones, i.e. Kirschner wires or Ender and Hacketal nails, with respect to the main critical points which arise in the regions of contact of the nail ends and furthermore on the physiological convexity of curved

diaphysis.

The bipolar intramedullary pinning protects the distal wire end cutting from the diaphysis of long bone where high stress concentrations arise in the critical points during growth period.

The application of threaded wire can increase the friction between bone and wire and also between individual segments.

At all patients suffering from bone dysplasias with decreased bone density (e.g. OI) and/or defective mineralization (e.g. VDRR), the treatment is symptomatic till now.

In growth stage of patients with osteogenesis imperfecta, the combined management with physiotherapy is still a method of choice. Its goal is to make the patients to rise and move as soon as possible in order to prevent osteoporosis from inactivity, joint contractions and muscle atrophy. The indication for surgical therapy are severe deformities, pathological fractures, malposition of joints and complications of the foregoing surgical treatment. The individual use of functional orthoses according to Sarmiento and long-term administration of Calcitonin and other calciotropic drugs (e.g. bisphosphonates) are indicated in all stages of the complex care. Adjuvants are a good help in resocialisation and integration of these disabled children.

In patients with hypophosphatemic rickets, there is possibility of so stable intramedullary fixation that no plaster immobilisation and no orthoses are necessary. The absolute prerequisite for successful treatment is effective medical management i.e. long-term supplementation of Calcitriol and Phosphate.

Acknowledgement

Z. Sobotka is indebted to the Grant Agency of Czech Republic for its support in frames of the Grant No. 106/96/0938.

References

1. Bailey RW, Dubow HI. Experimental and clinical studies of longitudinal bone growth - utilising a new method of internal fixation crossing the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg (Am)* 1965; 47A:1669.
2. Frost HM. Osteogenesis imperfecta. The set point proposal (a possible causative mechanism). *Clin Orthop* 1987;216: 280-296.
3. Gamble JG, Bleck EE, Rinsky LA, Strudwick WJ. Complications of intramedullary rods in osteogenesis imperfecta: Bailey-Dubow rods versus nonelongating rods. *J Pediatr Orthop* 1988;8:No.6:645-9.
4. International classification of osteochondrodysplasias. The International Working Group on Constitutional Diseases of Bone. *Europ J Pediat* 1992;151:407-415.
5. Mařík I, Kuklík M, Povýšil C, Hausmann J, Hyánek J, Handzel J. The effect of calcitonin Rorer in osteogenesis imperfecta. *Locomotor System* 1995;2:No.1:8-14.
6. Mařík I, Sobotka Z. Complications of intramedullary nailing and regeneration of long bones at some bone dysplasias (in Czech). *Biomechanics of Man* 96, 6th National Conference with International Participation. Institute of Theoretical and Applied Mechanics, AS CR 1996:123-26.
7. Mau H. In osteogenesis imperfecta no intramedullary nailing and especially no bone plates in childhood. *Z Orthop* 1982;120:No.3: 297-308.

8. Metaizeau JP. Sliding centro-medullary nailing. Application to the treatment of severe forms of osteogenesis imperfecta. Chir Pediatr 1987;28:No.4-5:240-3.

9. Perren SM. Biomechanical Reaction of Bone to Intramedullary and Extramedullary Load Bearers - the Important Contact. Acta Chir Orthop Traumatol 1996;63:132-138.

10. Petrůl M. Experimental determination of the strains at femoral diaphyses (in Czech). Locomotor System 1995;2:No.2:46-55.

11. Porat S, Heller E, Seidman DS, Meyer S. Functional results of operation in osteogenesis imperfecta: elongating and non-elongating rods. J Pediatr Orthop 1991;11:200-203.

12. Sobotka Z, Mařík I. Biomechanical phenomena in bone dysplasias (in Czech).

Locomotor System 1994;1:No.3:122-136.

13. Sobotka Z, Mařík I. Remodelation and regeneration of bone tissue at some bone dysplasias. Locomotor System 1995;2:No.1:15-24.

14. Sofield HA, Millar EA. Fragmentation, realignment and intramedullary rod fixation of deformities of the long bones in children. A ten-year appraisal. J Bone Joint Surg (Am) 1959;41A: 1371-91.

Ivo Mařík, M.D., Ph.D.
Ambulant Centre for Defects
of Locomotor Apparatus
Olšanská 7
130 00 Praha 3
Czech Republic

Table 1. Characteristics of the OI

CERNÝ - ortopedická protetika

Korekce nížní polohovací dlahy s nastavitelným pedem tím pro korekci valgosity (event. varosity) kolenních kloubů (obr. 1), pro korekci zakřivení dlouhých kostí končetin (obr. 2) podle MUDr. Maříka, nebo pro korekci pedů.

Možnost postupného ztvrdnutí pedu pomocí šroubového teleskopu. Ortézy jsou vyráběny individuálně na základě poukazu PZT, (kód: 05 00949).

Provozovna: Truhlářská 8, 110 00 Praha 1, tel.: (02) 231 4760



patients, classification according to Sillence

Patient	Sex	Age	D.I.	Family occurrence	Inheritance	Type
1	F	10	+	?	?	IB?
2	F	17	+	isolated	AD (AR)	III
3	M	17	-	multiple	AD	IA
4	F	5	+	isolated	AD	IB
5	M	10	+	isolated	AD	IB
6	F	7	-	multiple	AD	IA(B)
7	M	2	+	isolated	AD	IVB
8	F	17	-	isolated	AD(AR)	III
9	M	15	-	multiple	AR	III
10	M	6	-	multiple	AD	IA
11	F	9	-	multiple	AD	IA
12	M	7	-	isolated	AD	IA
13	F	1.5	+	isolated	AD	IB
14	F	6	+	isolated	AD	IB
15	F	2	-	isolated	AD(AR)	III
16	M	22	-	multiple	AR	III
17	F	24	-	isolated	AD(AR)	III
18	M	2	-	isolated	AD	III
19	F	15	-	multiple	AR	IA
20	F	25	-	isolated	AD(AR)	III
21	M	10	-	multiple	AD	IA

Table 2. Characteristics of the VDRR patients

Patient	Sex	Age	Family occurrence	Inheritance
1	F	13	multiple	AD
2	F	6.5	multiple	AD
3	M	13.5	isolated	AD(AR)
4	M	7.5	multiple	AD

Table 3. Characteristics of other patients with bone dysplasias, localisation of deformities or pathological fractures

Diagnosis	Sex	Age	Family occurrence	Site
Syndrome McCune-Albright	F	4	isolated	RF (fracture)
Enchondromatosis	M	13	multiple	RF (fracture)
Hypophosphatasia	F	7.5	isolated	RT (bowing)
Neurofibromatosis von Recklinghausen	M	3.5	multiple	RT (bowing, overgrowth)
Oncogenic rickets	M	5	isolated	LF (bowing, fracture)

Table 4. Localisation of multiple or corrective osteotomies of 21 patients with different types of OI

Site	n	Sex		Age of 1st surgery From - until (years)	
		Boys	Girls	Boys	Girls
RF	12	3	9	2.5 - 17.0	1.5 - 17.0
LF	16	8	8	2.5 - 21.0	1.5 - 22.5
RT	9	5	4	2.5 - 15.5	5.0 - 17.0
LT	12	5	7	3.0 - 21.0	1.5 - 22.5
RH	1	1		10.0	
LH	1		1		20.0
RR+RU	4	1	1	17.0	6.0
LU+LR	2		1		25.0
Total	57	23	31	2.5 - 21.0	1.5 - 25.0

Table 5. Localisation of multiple or corrective osteotomies of 4 patines with VDRR

Vitamin D resistant rickets					
Site	n	Sex		Age of 1st surgery From - until (years)	
		Boys	Girls	Boys	Girls
RF	4	2	2	7.0 - 13.5	13.0 - 14.0
LF	4	2	2	7.0 - 13.0	12.0 - 14.0
RT	4	2	2	7.0 - 13.0	6.5 - 14.5
LT	4	2	2	7.0 - 13.5	6.5 - 14.5
Total	16	8	8	7.0 - 13.5	6.5 - 13.5

Table 6. The frequency and localisation of I.N. complications

Complication Site						Total
	Femur	Tibia	Humerus	Radius	Ulna	
1. nail angulation	11	15		2	2	30
2. nail migration						
a) proximal	3	4				7
b) distal	3	2				5
3. pseudoarthrosis	3	4	1		1	9
4. fracture on the nail	6	2				8
5. nail fracture	3	3				6
6. nail perforation through the bone	3	2				5
7. fracture at the tip of nail	2	2				4
8. resorption of the bone around the nail		4				4
Total	34	38	1	2	3	78

20. SV TOVÝ KONGRES SICOT "96", AMSTERDAM

Ve dnech 18.-23. srpna 1996 se konal v Amsterdamu (RAI Congress Centre) 20. sv tový kongres SICOT (The Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie) v t sné návaznosti na 7. sv tový kongres SIROT, který reprezentuje sv tový výzkum v ortopedii a traumatologii od roku 1978. Prezidentem SICOT se stal Ben Veraart, který nastoupil p i záv re ném ceremoniálu 23. srpna 1996 na místo dosavadního presidenta SICOT Takao Yamamuro. Profesor Takao Yamamuro ve funkci presidenta SICOT po celé 3 roky kladl d raz na vzd lávání odborník v oboru ortopedie a traumatologie zejména v rozvojových zemích, které osobn navšt voval jako u itel a konsultant. Ve svém vzkazu zd raznil, že základní filosofie SICOT se od založení nezm nila - cílem je vytvo it podmínky k podpo e ortopedické chirurgie a sjednotit všechny ty, kte í v nují svoji energii pro tento obor na celosv tovém základ . Spole nost SICOT byla založena v roce 1929 v Pa íži, kde se konal i 1. kongres SICOT v íjnu 1930. Od té doby se koná sv tový kongres SICOT v r zných zemích sv ta každé t i roky s výjimkou 2. sv tové války. SICOT se stal skute nou sv tovou organizací, která sdružuje kolem 4000 len (v etn estných len) skoro ze všech zemí sv ta. Na SICOT 96 se v Amsterdamu registrovalo p es 2500 delegát z 85 zemí. V Amsterdamu se SICOT konal již p ed 48 lety (zá í 1948), kdy patronkou kongresu byla holandská královna Wilhelmina. SICOT 96 poctila

svou návšt vou její vnu ka královna Beatrix.

leny SICOT se mohou stát kvalifikovaní ortopedi, traumatologové a odborníci p íbuzných obor ve v ku 32-65 let z kterékoliv zem . lenství je výsada, ne oprávn ní. Za kandidáty na lenství se musí zaru it alespo 2 lenové z jiné zem .

Odborný program kongresu byl rozd len do n kolika paraleln probíhajících sekcí podle spole né tematiky. P ednášky jednotlivých blok témat zahajovali pozvaní e níci, mezinárodn uznávaní odborníci. Zám rn byla zvolena prezentace odborných sd lení na posterech, aby byla možná diskuse osobních zkušeností p ímo s autory. Vybrané postery byly diskutovány v posterových sekcích, nejlepší byly odm n ny a souhrny uve ejn ny v kongresovém každodenním tisku (SICOT Daily).

Výstavu ortopedického pr myslu otev el v pond lí 20.8.1996 president Yamamuro. Vystavovalo zde 143 mezinárodních firem a spole ností.

Rádi bychom tená e seznámili s novinkami v relativn mladé disciplín ortopedické b i o m e c h a n i c e, jejímž p edstavitelem je Profesor Edmund Y. S. Chao, Ph.D. (Chunking, China, 1938). V sou asné dob p sobí jako více p edseda pro výzkum, editel biomechanické laborato e ortopedického odd lení a je držitelem v dekové hodnosti profesora ortopedické chirurgie, biomedicínského inženýrství a mechanického inženýrství na

Johns Hopkins University v Baltimore, USA. Svou kariéru v biomechanice zahájil v roce 1968. Jeho hlavními zájmy byla dynamická analýza lidského muskuloskeletálního systému, analýza lidských kloubů a jejich náhrady, mechanizmy zlomenin a zranění mkkých tkání a další v etn aplikace výpo etní techniky pro plánování kloubních náhrad a speciálních endoprotéz ur ených pro kon etinovou záchovnou chirurgii u pacient s nádory pohybového aparátu.

Se souhlasem Edmunda Y. S. Chao, Ph.D. (Professor and Vice Chairman for Research) uve ej ujeme v plném zn ní jeho p ednášku, která vyšla in extenso v International Orthopaedics SICOT 96.

MUDr. Ivo Ma ík, Csc.
Ambulantní centrum pro vady
Pohybového aparátu
Olšanská 7
130 00 Praha 3



MONADA

Tel. (02) 794 1500
Tel./fax: (02) 794 0401
7.00-20.30 hodin

Na klinice lé íme:

- Pohybové ústrojí (bolesti od páte e, zad a kon etin), veškerá pohybová postižení d tí od novorozeneckého v ku
- Stavy po úrazech
- Bolesti hlavy
- Obtíže z p epracování (tzv. manažerský syndrom)
- Civiliza ní onemocn ní (kou ení)
- Poruchy životosprávy (obezita)
- N které alergické stavy (senná rýma)

Na klinice jsou využívány

nejmodern jší rehabilita ní metodiky:

- Manuální medicína (chiropraxe)
- Elektrolé ba
- Masáže a cvi ení evropských i východních kultur
- Akupunktura a odvozené techniky
- Homeopatie
- Psychoterapie a psychoanalýza
- Rostlinná a dietní lé ba
- Další p írodní metodiky
- Novinkou je akupunktura podle Volla

KLINIKA KOMPLEXNÍ REHABILITACE MUDr. JI ÍHO MARKA MONADA s.r.o.
Nad Opatovem 2140 - hotel Sandra, 14. patro, 149 00 Praha 11 - Jižní M sto

**ORTHOPAEDIC BIOMECHANICS:
THE PAST, PRESENT AND FUTURE**

E. Y. S. Chao

Orthopaedic Research, Johns Hopkins University, Baltimore, MD 21218, USA

International Orthopaedics (SICOT) (1996) 20: 239-243
Guest Speaker to Amsterdam 1996

Introduction

To look into the future of orthopaedic biomechanics in general we need to understand our past and present. As a professional discipline, *Orthopaedic Biomechanics* is relatively young and has been diluted by the many subspecialties within the field of *bioengineering*. Few will doubt the importance of this rather diversified speciality, but many still feel that bioengineering has not and may never be one of the mainstream disciplines either in medicine or in engineering. Medical research is a luxurious undertaking even for many well-advanced countries in Europe and for Japan, and with the present strong move for medical care reform in America and worldwide, it is appropriate to review the current status and future fate of biomedical engineering. This will help us to map out the future strategy worldwide, since government policies in many countries may not include medicine in their priorities for research and development.

Definition and scope of orthopaedic biomechanics

Since biomechanics is only one segment

of the vast field of biomedical engineering, it is appropriate to clarify what "bioengineering" entails. Biomedical engineering is "the application of the technology of physical science and engineering to solve the problems involving the living system, with emphasis on the diagnosis, treatment, and prevention of disorders in man." It represents a wide field of endeavours and it involves many disciplines in engineering, medicine and the life sciences which are combined to provide the best tool for research and technological development in various areas related to normal human physiology, tissue and organ pathomechanics, treatment and prevention.

Since their human musculoskeletal system provides more than half of all medical and surgical problems, orthopaedic biomechanics and its related areas of expertise deserve special attention. Movement in man or animals involves the distribution of forces in the musculoskeletal joint system through time and space. These forces are of three different types: internally applied forces, internal constraint forces and external

forces. Internally applied forces are generated by muscle contractions around the joints to initiate and maintain motion. The internal constraint forces are the passive forces occurring in the ligaments, capsules and joint surfaces. External forces involve gravity, air resistance, ground and other body contact reactions. Since the term "Biomechanics" is frequently misused, it is desirable to define it appropriately. Biomechanics is "the science of studying human cell, tissue, organ and system function using the principles and methods of theoretical and experimental mechanics" which investigates:

- a. the patterns of movement of various segments in human and animal bodies,
- b. the mechanics of fluid exchange and mechanical function of connective tissue under load,
- c. the effect of internal and external forces on human and animal bodies in motion or at rest,
- d. the mechanistic theory of modeling and remodeling of biological tissue,
- e. the design and performance of artificial materials and devices which replace the lost or abnormal tissue, organs or systems.

Orthopaedic biomechanics also includes fluid mechanics, continuum mechanics, and other disciplines of engineering and physical science.

Orthopaedic biomechanics plays a major role in general biomechanics. The underlying principles and theories are the same regardless of the tissue and fluid involved in the analysis. Biomechanics is perhaps the most progressive and rewarding discipline which applies engineering technology to the solution of biomedical problems. A block diagram

helps to illustrate the areas of orthopaedics in which biomechanics has made many remarkable contributions. In nearly all involved subspecialties, it is easy to trace back the long history to discover that biomechanics helped to form the backdrop of human evolution and as the origin of classical mechanics.

Biomechanics in the past

Biomechanics has a longer history than bioengineering. Prehistoric man intuitively applied biomechanical principles to make tools and weapons for survival in a competitive and hostile environment. Objects for tools were chosen to properly fit grasp and body posture. Later, instruments and devices crafted to assist man in farming and other tasks were designed to fit the build of the operator's body and limbs to maximize efficiency. Although these examples are quite rudimentary, they demonstrate the superior intelligence of the human being in utilizing the body and limbs to perform highly sophisticated tasks safely and effectively, the fundamental principle of orthopaedic biomechanics.

The first systematic description of human movement was attempted by Leonardo da Vinci (1452-1519) in his "Notes on the Human Body." During the Renaissance, Galileo and Newton established the experimental and theoretical basis for the analysis of movement. One of Galileo's pupils, Borelli (1608 - 1679) combined the sciences of mathematics, physics, and anatomy in the first treatise dealing with Biomechanics, "De Motu Animalium", published in 1679-1680. The scientists of the 18th Century, Bernoulli, Euler and especially Coulomb,

tried to mathematically develop a rational formula for the determination of the maximum and optimum working capacity of men as a function of force, velocity and duration of activity.

The third stage of the development of biomechanics research started with investigations of the French School (Marey, Carlet, Demeny, Bull) on human and animal locomotion and bird and insect flight in the second half of the 19th Century. Fischer improved the techniques for the analysis of movement in his papers on biomechanics and in books covering the theoretical basis of the mechanics of the living body and the kinematics of organic linkage. Another good source for studies on biomechanics during this period is the three volumes by Fick entitled, "The Handbook of Anatomy and Mechanics of Joints," and the four volumes of "Textbook of Muscles and Joint Mechanics" by Strasser.

The effectiveness of human movement was given little attention until Taylor started his scientific analyses to improve human methods of work in 1881. E Gilbreth and Dr. L. Gilbreth in their book, "Applied Motion Study," presented an excellent example of the proper methods for studying and improving human work. The work of the Gilbreths was continued by Barnes, Holmes and Porter. A good review of the studies conducted in biomechanics up to the year 1914 is given by Amar in his famous book, "The Human Motor." The Russian contribution to biomechanics was initiated in 1922 under the direction of Bernshtein. By 1950, Bernshtein and his pupils (Popova, Spielberg and Sorokin) had published many papers and books on work and sports motion. In 1926 Bernshtein published the first part of an

exemplary treatise, "General Biomechanics."

Impetus was given to biomechanical research during the two world wars. During World War I and shortly thereafter, studies aimed at improving prosthetic devices were performed in France by Amar and in Germany by Schlesinger. Similar studies were conducted extensively in the U.S.A. after World War II by Eberhart and Inman in California and Contini and Fishman in New York. The work of Wolff, Roux, Pauwels and many others in Europe during this same period planted the seeds which helped to shape many exciting biomechanical investigations today. All this work laid down the foundation and stimulated enthusiasm for the development of modern biomedical engineering.

Biomechanics in the present

From the early sixties the study of biomechanics has diverged into many different areas in orthopaedics, traumatology and rehabilitation. The degree of sophistication involved has increased to the extent that only those who are well-trained in engineering, mechanics and mathematics can cope with the depth and breadth of the entire field. Like every other branch of science, the field of biomechanics is becoming much more specialized. Even within the domain of orthopaedic biomechanics, specific branches have developed, with each branch comprising specialized expertise to pursue their very subtle and specific objectives.

Biomechanics is no longer a minor topic that surgeons and medical scientists use only for academic advancement or the acquisition of grants. Biomechanical

studies provide knowledge for improving the methods and devices used for the care of patients with musculoskeletal problems. Biomechanics is a profession with its own special culture and identity. The discipline requires many talented people, the best in their own fields, working together to realize demanding goals and is regarded as one of the mainstreams of both mechanics and mechanical engineering. Biomechanical considerations have spanned a wide range within medicine and surgery. Not only is current technology being fully utilized, but biomechanical engineers are challenging the existing technical capabilities in imaging, modeling, computing, material testing, robotics, micro-instrumentation and other fields which will lead to exciting future developments.

Biomechanical engineers have contributed enormously to orthopaedics and traumatology, not only in the basic understanding of the structure, mechanics and function of the musculoskeletal joint system, but also in the design of instruments and devices directly related to patient care. As a discipline, biomechanics has notably improved the confidence of orthopaedic surgeons and traumatologists and, therefore, improved the quality of clinical outcomes. With material scientists they are responsible for making the orthopaedic device industry a multibillion dollar business during the last two decades. A few examples will serve to illustrate this:

1. Determination of muscle and joint forces

With the development of the concept of Inverse Dynamics and the methods for solving redundant problems using the optimization technique, the loading

conditions applied to the musculoskeletal system can now be reliably defined.

2. Normal and abnormal function of articular cartilage

The use of biphasic theory is a key advancement in understanding the mechanics and function of joint cartilage under dynamic loading. This theory is currently being expanded and applied to other connective tissues in which the fluid phase plays a pivotal role in normal joint function.

3. Tendon and ligament structural remodeling

The structure and mechanical properties of normal and abnormal tendons and ligaments have been extensively studied using physiological loading experiments and in vivo measurements. Most notable is the discovery that remodeling of the structural composition and mechanical properties varies with functional loading conditions.

4. Bone repair and remodeling under mechanical influence

The interaction between mechanical stress/strain and cellular response has been modeled and experimentally observed. The working hypothesis here can lead to the concept of tissue engineering in musculoskeletal joint system reconstruction.

5. Joint prosthesis design, testing and retrieval analysis

The use of Finite Element Analysis and bench testing are responsible for the current success rates in total joint replacement. Analysis of retrieved failed and successful implants has helped to further advance the technology in this field. With improved methods of fixation, bone and soft-tissue prostheses segmental bone replacement

has become the treatment of choice in many limb sparing procedures for tumours, trauma, metabolic abnormalities or revision of failed total joint replacement.

6. The use of external fixation devices in fracture management and limb deformity

Extensive studies of the mechanical performance of external fixators have led to design modifications which improve clinical application. Tissue responses during fracture healing and limb lengthening have been evaluated to introduce mechanical stimulation for enhancement of remodeling.

7. The use of computer modeling and simulation analysis for the planning of osteotomy about the knee

Simplified joint contact pressure analysis and interactive computer graphics have been used to plan knee osteotomy. The osteotomy type, wedge location and magnitude can be determined based on the analysis of the deformity and of the load axis of the lower limb. This concept has also been applied to the proximal femur, the pelvis and the wrist, shoulder and ankle joints.

These, and many other achievements made by biomechanical engineers, are responsible for making orthopaedic surgery the most advanced surgical subspecialty, with unparalleled improvement in clinical care of patients, basic research, personnel training and education. Significant advancement has occurred of the basic understanding and treatment of nearly all musculoskeletal diseases and trauma because of the impact of the discipline of biomechanics. As a result, new directions of research are being actively pursued including cumulative trauma disorders, low back pain, trauma

and sports-related injuries and osteoporosis.

Biomechanical engineers are now well accepted by clinical departments with full recognition in research and education, with some sharing administrative duties. They are also involved in direct patient care and the making of health care policy. These remarkable accomplishments reflect the exciting and bright future for biomechanics. This optimism is justified from both the scientific and economic points of view as engineers have always been regarded as problem solvers with reliable, accurate and, most importantly, affordable solutions to basic science and clinical problems. With the rapid advances in biomedical research it is essential to keep the engineering aspect in mind in order to transfer remarkable research achievements into practical and reliable products for patient care under the current economic constraints.

The future of biomechanics in orthopaedics

Although biomechanics as a discipline has been well accepted within medicine and biology, it is important to recognize that it is still a vulnerable field within the traditional realm of medicine and surgery. Certainly, most biomechanical engineers will no longer be treated as highly trained technicians. However, issues related to patient care and management are the primary responsibility of physicians and surgeons. The current changes in the management of health care make it unlikely that clinicians will be able to spend time on research and development, especially in technically demanding areas such as biomechanics. Biomechanical engineers

will be given the opportunity to take positions of leadership in addressing the needs of surgeons within various subspecialties of orthopaedics and traumatology. Keen competition with the more traditional medical sciences such as biochemistry, molecular biology, physiology and pharmacology will always exist, and hence the optimistic outlook for orthopaedic biomechanics depends upon proper selection of its role and emphasis, as well as on the optimal utilization of its current status and resources.

Bioengineers must plan and react properly to the changing times. They should be prepared to use the proper technology for the tasks assigned to them, and realize that there are urgent and relevant problems which require high priority and immediate attention. The engineering profession emphasizes the issue of cost versus benefit ratio which must be applied to biomechanical research and development. Bioengineers should be exposed to the clinical or surgical aspects of the problem so that proper perspectives can be placed on their contribution to the overall solution, and they should be involved in the actual delivery of patient care when possible.

There are unlimited opportunities within orthopaedic biomechanics in the future. Among the many exciting areas of development for the 21 century, several emerging technologies have enormous potential including:

1. the use of virtual reality biomechanical models for simulation and animation of musculoskeletal system function as a tool for research, patient care and education,

2. computer-aided pre-treatment planning in reconstructive surgery and rehabilitation,

3. robotic assisted surgery and rehabilitation,

4. telemedicine and telesurgery services to remote areas and isolated sites for medical emergency or trauma, and

5. development of artificial intelligence and expert systems for medical training, public education and patient management.

The field of medicine, especially surgery, contains the intangible elements of art and skill and many aspects of its practice cannot be quantified in scientific terms. Unexpected complications and intraoperative variations demand prompt and meticulous action by the surgeon. Such simulation would be nearly impossible to incorporate into a computer algorithm for robot control. However, in musculoskeletal joint system, many methods of treatment depend on mechanical factors such as dimensions, geometry, forces, pressures, etc. Dynamic simulation using digital imaging graphic models would appear to be a natural fit to our critical needs related to pre-treatment planning. Medical robots and computer-aided procedures can assist orthopaedic surgeons and traumatologists to carry out sophisticated treatment with consistent outcomes. In remote and inaccessible regions of the world, casualty management can be carried out using the technology of telemedicine and telesurgery. Finally, biomechanicians and orthopaedic surgeons have been working on quantifying muscle and joint forces and bone stresses under both static and dynamic conditions for years, but rarely could the

analyses be performed in parallel nor could we see the results together with a realistic model depicting the system under investigation. With the help of these existing technologies, we will be able to achieve all these goals, including Visualization of Biomedical Computation. If medical robots, virtual reality modeling, computer-assisted surgery and preoperative planning, telemedicine and telesurgery can play important roles in future patient care, their proper scope and relevant areas of application must be carefully evaluated and scrutinized. These new charges for biomechanicians must be undertaken in order to assure relevant and effective application of new engineering technology to medicine and surgery.

Modern medicine and surgery are notoriously expensive and only those with elite status and large financial resources can afford unlimited health care. The future of the health care system will be Subject to strict scrutiny. We will face many problems ahead and should be prepared for the challenge. As a discipline, biomechanics should not to be blamed for contributing to the escalating cost of medical care. Instead, biomechanical engineering should be regarded as the vital profession to make current and future advances in medical research and technology affordable to all!

Discussion and summary

Engineers have been involved with the delivery of health care to mankind for many years. They have contributed in designing and fabricating facilities for the mass production of devices and instruments used in maintaining health. However, such influence has been vicarious, since the direct responsibility and authority for

medical research and patient care has traditionally been left to life scientists and medical practitioners. In recent years it has been constantly demonstrated that engineers have much to contribute to biomedical research. Biomechanicians, life scientists and physicians have teamed together and functioned with a combined effort in many interdisciplinary fields of endeavour. The results have significantly outdistanced the sum of all the individual efforts. Significant portions of the scientific body of knowledge related to biomedical professions have been explained, translated and advanced by bioengineers and material scientists for practical applications.

Simultaneously, many nations have become socially conscious and actively address issues related to care of patients worldwide. We are aware that only a small fraction of the entire world population receives adequate health care. The costs of medical services are escalating beyond reach of all but the affluent. These conditions have resulted in high demands for the application of engineering technology to improve the availability of medical service while reducing the cost. This is indeed a tall challenge that bioengineers must face.

Medical practitioners are keenly aware of the fast advancing technologies in other professions and are contemplating adopting these new techniques to solve their clinical problems. However, their adoption requires specialized individuals to apply them effectively and appropriately. Collaboration between the different professions is essential to adopt the proper technology to solve clinical problems at a price our society can afford.

The duty of bioengineers is to explain and advise our medical counterparts on the application of available technology to solving clinical problems. It is wrong to mislead our medical colleagues with description of only the technological merits.

It is practically impossible for an individual to master the knowledge of distinctly different professions such as orthopaedic medicine, surgery, rehabilitation, mechanics and computer science. Thus, a team approach to the problem becomes necessary. To enhance the success of such practice, it would be helpful to provide the partners involved with the fundamental concepts and knowledge required for the problem and its relevant solution. Even for the physicians who are not engaged in research activities, exposure to other disciplines is necessary to help them fully absorb current literature, collaborate with colleagues, and select and

judge newly developed medical technologies. Hence, communication and education are the key factors to enable biomechanical engineers to enhance their credibility in the fields of medicine and surgery. The development of virtual reality biomechanical models through simulation and animation can successfully fulfill this requirement.

Biomechanical engineers and material scientists have a lot to offer to orthopaedics and traumatology in research, development and in health care delivery. The future of orthopaedic biomechanics should be brighter than ever! However, we must be aware and sensitive to the problems ahead and carefully overcome these barriers in order to accomplish our goals of serving the patients and the medical community worldwide!

SEMINÁŘ O SPONDYLOLOGII

Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu ve spolupráci s firmami Ortotika a IBI uspořádaly v sobotu dne 14. března 1997 v sále VIA na Újezdě v Praze 1 celodenní Seminář o spondylologii. Hlavními organizátory byli MUDr. Ivo Mařík, CSc., odborný garant semináře a Ing. Pavel Šerňák, vedoucí firmy Ortotika. V rámci semináře bylo předneseno celkem osm přednášek:

1. J. Meluzín: Anatomie páteře
2. P. Zubina: Idiopatická skolióza - diagnostika, klasifikace, terapie
3. I. Mařík: Kongenitální skoliózy a deformity páteře u kostních dysplazií
4. P. Korbela: Operativní léčení skolióz
5. H. Nováková: Rehabilitativní léčení vad páteře
6. M. Kuklík: Diagnostika a léčba vrozených deformit a malformací páteře
7. Z. Sobotka: Biomechanika páteře
8. P. Šerňák: Trupové ortézy pro léčení skolióz

Seminář se zúčastnili celkem 42 odborní pracovníci. Byli zde odborníci z Centra léčebné rehabilitace v Praze 4, Janských Lázní, z lázní Bělohrad, Teplice, z detské nemocnice v Brně, z nemocnice v Táboře a Olomouci, z Fakultní Thomayerovy nemocnice v Králově, z Fakultní nemocnice v Bratislavě a Fakultní nemocnice v Motole. Dále z rehabilitačních center Monáda v Praze 4, z polikliniky v Klimentěské ulici a další zainteresovaní pracovníci.

Ke každé přednášce se rozvinula diskuse.



Cyklus kurs chirurgie a rehabilitace ruky
po ádaný IPVZ, Spole ností chirurgie ruky, FTVS, 2. LFUK v Praze.

MUDr. V. Smr ka, CSc.¹, prof. MUDr. I. Dylevský, DrSc.²,
Doc. MUDr. J. M š ák, CSc.³

Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu, Praha¹
Katedra anatomie FTVS, Praha²
Subkatedra plastické chirurgie, Praha³

Kurzy v roce 1997:

1. Flexory ruky.
2. Extenzory ruky.
3. Rehabilita ní techniky v chirurgii ruky - neurostimulace, dlahování.
4. Dupuytrenova kontraktura.
5. Zlomeniny a osteosyntéza v oblasti ruky.
6. Skelet ruky a kostní metabolismus, osteoporóza a reflexní symptomatická dystrofie oblasti ruky. Nácvi k a demonstrace - osteosyntéza p edloktí, stanovení kostního r stu - **1. 11. 1997.**
7. MP a IP klouby ruky, ligamentozní aparát. Nácvi k a demonstrace - zavedení implantát , rehabilitace - **6. 12. 1997.**

Plánované kurzy v roce 1998:

8. Použití kostních št p - odb rová místa, vaskularizované št py nervové, venosní, fasciální, kožní št py - odb rová místa - **31.1.1998.**
9. Periferní nervy horní kon etiny - akutní poran ní, útlakové syndromy - **únor 98.**
10. Parézy horní kon etiny - sekundární operace - **b ezen 98.**
11. Brachiální plexus - akutní poran ní, sekundární operace - **duben 98.**
12. Rehabilita ní techniky (RÚ Kladruby - Thomas) - **kv ten 98.**
13. Popáleniny ruky - akutní ošet ení, sekundární operace, rehabilitace - **erven 98.**
14. Ztrátové defekty kožního krytu ruky - metody krytí, místní laloky volné laloky, anatomie odb rových míst - **zá í 98.**
15. Amputace, replantace a sekundární operace po replantacích ruky - **íjen 98.**
16. Vrozené anomálie ruky - **listopad 98.**

Kontaktní adresa:

sekretá ka paní Ková ová
Katedra anatomie FTVS
José Martího 31
162 52 Praha 6
Tel.: 02/20610219

Odborné akce v roce 1998

Ambulantní centrum pro vady pohybového aparátu v Praze 3 plánuje uspořádat v roce 1998 mezioborové semináře na téma "**Komplexní přístup ke konstituívaným vadám skeletu**", "**Podologie**" a "**Spondylologie**". Celodenní semináře se budou konat v sále VIA na Újezdě v Praze 1 vždy v sobotu - přesné datum s názvy přednášek pozvaných odborníků bude oznámeno v bulletinu české pediatrické společnosti.

VÝZVA K PUBLIKOVÁNÍ * CALL FOR PAPERS

Nabídka k publikování v Acta Orthopaedica Iugoslavica

Prof. Zoran Vukašinovic, MD, Ph.D., vedoucí redaktor Acta Orthopaedica Iugoslavica, nabízí možnost publikování odborných prací z ortopedie, traumatologie, osteologie a oborů zabývajících se pohybovým ústrojím. Autoři, kteří budou mít zájem uveřejnit své práce v uvedeném mezinárodním časopise, mohou poslat rukopisy (v angličtině) na adresu:

Prof. Zoran Vukašinovic, MD, Ph.D.
Head of the Pediatric Orthopaedics Department
Special Orthopaedic Hospital "Banjica"
28, Mihajla Avramovica PO Box 803
11041 Belgrade, Yugoslavia
Phone: 381 11 666-447, Fax: 381 11 667-321

A5 (188x120mm)

- zadní strana obálky barevn ... 10.000,- K
- vnit ní strana obálky barevn ... 8.000,- K
- ernobíle uvnit sešitu ... 5.000,- K
- dvojstránka ernobíle (A4) ... 8.000,- K

PLACENÁ INZERCE "POHYBOVÉ ÚSTROJÍ"

P i více inzerátech a p i opakování
možnost slevy po dohod s vydavatelem

formát 120x90mm)

- vnit ní strana obálky
barevn ... 5.000,- K
- ernobíle uvnit sešitu
... 3.000,- K

formát 60x90mm)

- vnit ní strana obálky
barevn ... 3.000,- K
- ernobíle uvnit sešitu
... 1.800,- K