

Jiří Šrámek a kolektiv

Chirurgická léčba degenerativního postižení bederní páteře



Poděkování

Rád bych vyjádřil poděkování všem spoluautorům za spolupráci. Prof. Rudolfu Bertagnolimu M.D., Ph.D., Andree Fenk-Mayer, M.D., Ph.D., prim. MUDr. Jiřímu Křížovi, Ph.D. a prim. MUDr. Petru Gutwaldovi za odborné vedení a cenné rady v ortopedii a spondylochirurgii, Hartmanu Habbichtovi Ph.D. a Márii Kafríkové za obětavou pomoc při vyhledávání odborné literatury, Walerichu Schätzovi, personálu Kreiskrankenhaus Bogen a personálu kliniky ProSpine za neutuchající podporu a své ženě Julii za trpělivost.

Jiří Šrámek



Jiří Šrámek a kolektiv

Chirurgická léčba degenerativního postižení bederní páteře

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

MUDr. Jiří Šrámek a kolektiv

Chirurgická léčba degenerativního postižení bederní páteře

Hlavní autor:

MUDr. Jiří Šrámek – *Klinika ProSpine, Bogen, BRD*

Fakulta biomedicínského inženýrství, České vysoké učení technické v Praze, ČR

Kolektiv spoluautorů:

MUDr. Petr Dušek, Ph.D. – *Neurologická klinika 1. LF UK a VFN v Praze*

doc. MUDr. David Kachlík, Ph.D. – *Ústav anatomie 3. LF UK v Praze*

MUDr. Vlasta Ritschelová – *Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní péče 2. LF UK
a FN Motol v Praze*

Mgr. Lenka Vinciková – *Neurologická klinika 1. LF UK a VFN v Praze*

Recenze:

MUDr. Petr Šebesta

MUDr. Josef Včelák, Ph.D.

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2015

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2015

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 5802. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Jitka Straková

Fotografie včetně obálky dodal autor.

Ilustrace MUC. Zuzana Blažková

Sazba a zlom Filip Bartiš – FLAdizajn

Počet stran 160 + 2 strany barevné přílohy

Vydání první, Praha 2015

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplynou žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-247-5362-1

ISBN 978-80-247-9001-5 (pro formát PDF)

Obsah

Přehled použitých zkratk	9
Preamble	11
Úvod	12
OBECNÁ ČÁST	
1 Vývoj obratlů a páteře (Vlasta Ritschelová)	15
Literatura	16
2 Anatomie bederní páteře (David Kachlík)	17
2.1 Bederní obratle	17
2.2 Pátý bederní obratel	19
2.3 Křížová kost	19
2.4 Variace a vrozené vady bederních obratlů	20
2.5 Kloubní spojení bederních obratlů	21
2.6 Začátky a úpony vazů a svalů	22
2.7 Svaly bederní páteře	23
2.8 Nervy v bederní krajině	24
2.9 Topografie bederní páteře	26
2.10 Páteřní kanál v bederní oblasti	28
Literatura	29
3 Biomechanika bederní páteře (Jiří Šrámek)	30
Literatura	32
4 Degenerativní postižení páteře (Jiří Šrámek)	33
4.1 Patofyziologie	33
4.2 Zobrazovací metody	35
4.3 Terminologie	36
Literatura	42
5 Neurologické vyšetření bederní páteře (Petr Dušek, Lenka Vinciková)	45
5.1 Klinické vyšetření	45
5.1.1 Vyšetření kostních, kloubních, vazivových a svalových struktur	45
5.1.2 Funkční vyšetření bederní páteře	47
5.1.3 Vyšetření nervových struktur	47
5.2 Elektrofyziologické pomocné vyšetřovací metody	50
5.2.1 Jehlová elektromyografie a kondukční studie	50
5.2.2 Evokované potenciály	51
5.3 Interpretace nálezů a syndromy v lumbosakrální oblasti	51
5.3.1 Lumbago bez postižení nervových struktur	51

5.3.2	Radikulární syndromy	52
5.3.3	Syndrom míšního konu, epikonu a kaudy	53
5.3.4	Neurogenní klaudikace	54
5.4	Diferenciální diagnostika lumbagií	54
	Literatura	56
6	Implantáty (Jiří Šrámek)	57
6.1	Historie	57
6.2	Transpedikulární fixátory	58
6.3	Mezitělová fúze	59
6.4	Nefúzní implantáty	61
6.5	Ostatní implantáty	63
	Literatura	64
7	Operační přístupy a techniky (Jiří Šrámek)	66
7.1	Zadní střední a paramediální transmuskulární operační přístup	66
7.2	Transpedikulární stabilizace	67
7.3	Laminektomie, foraminotomie, techniky PLIF a TLIF	68
7.4	Přední operační přístup	71
7.5	Technika XLIF	71
7.6	Odběr a implantace kostních štěpů	73
	Literatura	74
SPECIÁLNÍ ČÁST		
8	Chirurgická léčba degenerativního postižení meziobratlové ploténky (Jiří Šrámek)	81
8.1	Výhřez meziobratlové ploténky	81
8.2	Degenerace	85
	Literatura	90
9	Chirurgická léčba spondylolýzy a istmické spondylolistézy (Jiří Šrámek)	92
	Literatura	98
10	Chirurgická léčba degenerativního postižení s převahou spondyloartrózy (Jiří Šrámek)	100
10.1	Spondyloartróza a stenóza páteřního kanálu	100
10.2	Degenerativní spondylolistéza	104
10.3	Ostatní degenerativní deformity	106
	Literatura	109
11	Chirurgická léčba polysegmentálního degenerativního postižení různých typů (Jiří Šrámek)	111
	Literatura	119

12 Možnosti chirurgické léčby failed back surgery syndrom (Jiří Šrámek)	120
12.1 Selhání instrumentace	120
12.2 Epidurální fibróza	127
12.3 Nedostatečná dekomprese a recidivující výhřez	129
12.4 Syndrom přiléhajícího segmentu	134
Literatura	138
13 Komplikace chirurgických výkonů na páteři (Jiří Šrámek)	139
Literatura	142
Rejstřík	143
Souhrn	149
Summary	151

Přehled použitých zkratk

AAOS	American Academy of Orthopedic Surgeons
ADAMTS	a disintegrin and metalloproteinase with thrombospondin motifs
ALIF	anterior lumbar interbody fusion
ALPA	anterolateral transpoatic approach
ASD	syndrom přiléhajícího segmentu (adjacent segment disease)
ASNR	American Society of Neuroradiology
ASSR	American Society of Spine Radiology
ATDR	umělá náhrada meziobratlové ploténky (artificial total disc replacement)
BAK	Bagbyho a Kuslichova klec
BMI	body mass index
BMP	kostní morfogenetický protein (bone morphogenetic protein)
CFRP	carbon fiber-reinforced polymer
CILP	cartilage intermediate layer protein
CMAP	sumační svalový akční potenciál (compound muscle action potential)
CT	výpočetní tomografie (computed tomography)
DSCA	dural sac cross-sectional area
EMG	elektromyografie
EPLIF	extraforaminal posterior lumbar interbody fusion
FBSS	syndrom neúspěšné operace zad/syndrom přetrvávající bolesti zad (failed back surgery syndrom)
IL	interleukin
LT	lordosis tilt
MMP	matrix metaloproteináza
MRI	magnetická rezonance (magnetic resonance imaging)
MSU	Michigan State University
NASS	North American Spine Society
ODI	oswestry disability index
PEEK	polyeter-eterketon
PI	pelvic incidence
PL	plumb line
PLA	kyselina poly-L-mléčná (polylactid acid)
PLC	posterior ligamentous complex
PLIF	posterior lumbar interbody fusion
RTG	rentgenový (skiagrafický) snímek
SRS	Scoliosis research society
SS	sacral slope
SSEP	somatosenzitivní evokované potenciály (somatosensory evoked potentials)
SVA	sagittal vertical axis
TLIF	transforaminal lumbar interbody fusion
TNF- α	tumor nekrotizující faktor alfa (tumor-necrosis factor alpha)
UHMWPE	ultra high molecular weight polyetylene
VAS	vizuální analogová škála (visual analogue scale)
VSP	variable screw placement
WHO	Světová zdravotnická organizace (World health organisation)
XLIF	extreme lateral interbody fusion
ZCQ	Zürich claudication questionnaire

Preamble

Degenerative Disc Disease is an increasing problem affecting more and more patients in various age groups.

Therefore a lot of physicians out of different disciplines are putting a lot of attention on this disease complex in their clinical practice. The prevalence of back pain is thought to be associated with degenerative changes in the disc and represent major epidemiological problems. In a lot of countries, degenerative disc related problems and symptoms are one of the leading reasons for physician's visits, sick days and early retirements.

Although only a small percentage requires surgical interventions there is no consensus within the spine surgical communities in treatment algorithms of DDD.

In this textbook my talented fellow spine surgeon, Dr. Jiri Sramek is showing the right patient selection criteria and different surgical solutions. Dr. Jiri Sramek is demonstrating with case examples modern solutions of surgical state of the art treatment options of DDD conditions that we offer at my institution ProSpine, Germany.

Prof. Rudolf Bertagnoli, M.D., Ph.D.

Úvod

S bolestmi zad se v životě potká téměř každý z nás, a proto jsou často považovány za civilizační chorobu. Při vzniku bolestí zad hraje roli velké množství faktorů a zjevná organická příčina s jasně korelujícími obtížemi je nalézána pouze u menší části pacientů. Velmi důležitým faktorem je i psychosociální problematika a motivace pacienta. S tím souvisí i individuálně velmi rozdílný práh bolesti. V diagnostickém procesu je dále problematické, že se vzrůstajícím věkem je možné najít případný organický zdroj obtíží, tedy zejména degenerativní postižení páteře, u většiny pacientů. To vše ztěžuje nastavení optimální konzervativní i chirurgické léčby.

Za standardní konzervativní léčbu bolestí zad je v akutní fázi považována medikamentózní terapie, většinou léky ze skupiny nesteroidních antiflogistik v kombinaci s myorelaxancií, podávaná v perorální či intravenózní formě po dobu několika dnů až týdnů. Důležitou podpůrnou roli při eradikaci bolestí mohou hrát i různé obstríky páteře kortikoidy. Po ústupu akutních obtíží by měla následovat fyzioterapeutická fáze léčby s důrazem na nácvik správných pohybových stereotypů a edukaci pacienta k pravidelnému dlouhodobému cvičení. Vzhledem k již zmíněné multifaktoriálnosti bolestí zad nelze opomenout ani některé z pohledu západní medicíny alternativní metody, které mohou u části pacientů přinést výrazné zlepšení bolestí – například akupunkturu. Pokud nevede konzervativní terapie v řádu měsíců ke zlepšení obtíží, je možné zvážit operační terapii.

Chirurgickou léčbou chorob a úrazů páteře se zabývá obor **spondylochirurgie**. Jistým specifikem (celosvětově) je postgraduální vzdělávání v tomto oboru, neboť spondylochirurgií se zabývají chirurgové absolující velmi odlišné vzdělávací kmeny, a to ortopedický, nebo neurochirurgický. To, stejně jako zvyklosti jednotlivých pracovišť, je v některých případech zdrojem značně rozdílných pohledů na celý indikační proces a načasování chirurgické intervence.

S rozvojem operačních metod a vývojem nových implantátů je, stejně jako i v jiných oborech lidské činnosti, spojován optimismus ohledně jednodušší a efektivnější léčby pacienta trpícího bolestmi zad. Zlepšující se metody a implantáty ale mají samozřejmě své meze. Nižší invazivita výkonů a ergonomičnost implantátů sice umožňují postupně výsledky chirurgické léčby mírně zlepšovat, avšak stěžejním faktorem nadále zůstává erudice nejen operátéra, ale i všech zúčastněných v diagnosticko-terapeutickém procesu. Pouze zvolení vhodné operační techniky a precizní provedení operace spolu s kvalitní pooperační fyzioterapeutickou léčbou může přinášet významný ústup obtíží a spokojenost pacientů.

Tato publikace si klade za cíl přiblížit studentům medicíny i odborné veřejnosti v příbuzných medicínských oborech možnosti současné spondylochirurgie v oblasti degenerativního postižení bederní páteře.

MUDr. Jiří Šrámek

Obecná část

1 Vývoj obratlů a páteře

Vlasta Ritschelová

Tkáňovým základem pro všechny druhy tkání pohybové soustavy je **mezenchym**. Skládá se z pluripotentních mezenchymových buněk s dlouhými výběžky, tvořícími prostorovou síť, a mezibuněčné hmoty, která je zpočátku amorfni, polotekutá a postupně se proměňuje v mezibuněčnou hmotu vaziva, chrupavky a kosti. V další diferenciaci jsou vlastním základem pro obratle a páteř **prvosegmenty** (somity), které se vytvářejí v hlavové oblasti pod kranialním koncem *chorda dorsalis* (notochordu), první pár vzniká 20. den vývoje (obr. 1.1 a 1.2 v barevné příloze). Utváření jednotlivých párů postupuje kraniokaudálním směrem rychlostí tři prvosegmenty za den. Koncem 5. týdne je vytvořeno 42–44 párů prvosegmentů (4 týlní, 8 krčních, 12 hrudních, 4 bederní, 5 křížových a 8–10 kostrčních). Týlní a první krční prvosegment se podílejí na vzniku části týlní kosti a lebeční spodiny. Proto je počet obratlů nižší, než je počet prvosegmentů. Počátkem 4. týdne se mezenchym každého prvosegmentu diferencuje ve tři části: **sklerotom** pro vývoj osově kostry, **myotom** pro vývoj kosterního svalstva a **dermatom** pro vývoj škůry a podkožního vaziva.

Během 4. týdne mezenchymové buňky pravostranného a levostranného sklerotomu cestují na obvod budoucí míchy a *chorda dorsalis* a spojují se s buňkami druhostranného sklerotomu. Tak vznikne kolem neurální trubice souvislý obal osového (axiálního) mezenchymu. Toto segmentové uspořádání skrytě trvá a je naznačeno průběhem intersegmentových tepen. S pokračujícím vývojem prochází sklerotom každého prvosegmentu dějem resegmentace a diferencuje se ve dvě části – kranialní a kaudální. Tyto části se odlišují uspořádáním mezenchymu. V kranialní části zůstává mezenchym řídké uspořádání, v kaudální části dochází k jeho zahuštění (kondenzaci). Zahuštěná kaudální část každého sklerotomu se posune kranialně do výše středu po straně uloženého myotomu a v ní se diferencuje **meziobratlová ploténka**. Zbytek každého kaudálního úseku sklerotomu se spojuje s kranialní polovinou níže ležícího sklerotomu a vytvoří základ pro jeden **obratel**. Tak je každý obratel tvořen spojením kaudální poloviny jednoho prvosegmentu s kranialní polovinou následujícího prvosegmentu. Přeskupením tkáně sklerotomu při diferenciaci základů obratlů dojde k tomu, že myotomy překračují meziobratlovou ploténku a upínají se na dva budoucí obratle. Tímto uspořádáním je umožněn pohyb jednoho obratle proti druhému.

Základ obratle je tvořen převážně méně zahuštěným kranialním úsekem sklerotomu. Jeho rozpínavým růstem kranialním a ventrálním směrem se vytvoří tělo obratle. V oblasti obratlových těl zcela zaniká *chorda dorsalis*. V oblasti meziobratlové ploténky přetrvává, zvětšuje se a vytvoří *nucleus pulposus*, který je později obklopen vazivovým prstencem (*anulus fibrosus*). Dorzálním směrem po stranách neurální trubice vybíhá ze základu obratle párový výběžek – *pars dorsalis sclerotomi* (*processus neuralis*; neurapofýza), který po splnutí s druhostranným tvoří základ pro obratlový oblouk (*arcus vertebrae*). Ventrolaterálně, do prostoru mezi myotomy, vybíhá párový výběžek – *pars lateralis sclerotomi* (*processus costalis*; pleurapofýza).

Ve 4. týdnu vývoje obratlů nastupuje **chrupavčitá přeměna – chondrifikace**. Probíhá ze tří párů chondrifikačních center – z jednoho páru v základu těla obratle po stranách *chorda dorsalis* a po jednom páru v pleurapofýzách a neurapofýzách. Chrupavčitou přeměnou neurapofýz, které prorůstají dále dorzálním směrem kolem neurální trubice, vznikne **obratlový oblouk**. Na něm se zakládá osm výběžků: kraniálně *processus articularis superior*, kaudálně *processus articularis inferior*, laterálně *processus transversus*, dorzálně *processus laminaris*. Pravostranný a levostranný *processus laminaris* zahýbají mediálním směrem a vytvoří *lamina arcus vertebrae* a ve střední čáře se spojí se samostatně založeným blastémem, z něhož se dorzálně vyvíjí *processus spinosus*. Výjimkou jsou obratle krční části páteře, jejichž trnový výběžek vzniká pokračujícím růstem obou *processus laminares* dorzálním směrem po jejich spojení ve střední čáře. Trnový výběžek krčních obratlů je tedy oproti ostatním založen párově, což se projevuje po ukončení vývoje jeho vidlicovým zakončením.

Kostnatění – osifikace obratlů náleží k chondrogennímu (endochondrálnímu) typu osifikace. Začíná kolem 9. týdne a je ukončeno okolo 25. roku života. Vychází ze tří primárních osifikačních center: z párového osifikačního centra, po jednom pro každou polovinu obratlového oblouku, a nepárového osifikačního centra pro obratlové tělo. V době narození se každý obratel skládá ze tří kostěných úseků, odpovídajících oběma polovinám obratlového oblouku, které jsou dosud spojeny s tělem obratle chrupavkou (s výjimkou kostrčních obratlů). Osifikace obratlového oblouku je dovršena v průběhu prvního roku života. V období puberty se zakládá pět sekundárních osifikačních center, a to po jednom pro každý konec příčného výběžku, jedno pro hrot trnového výběžku a dvě prstencová (anulární, epifyzární) centra, která se zakládají při okraji horní a dolní plochy těla obratle (tedy pod krycí ploténkou). Osifikace je ukončena do 25. roku života.

Vytvoření kraniokaudální osy je regulováno homeotickými geny. Pro ně je typická jejich homeodoména, která váže sekvenci DNA, homeobox. Tyto geny kódují transkripční faktory, které aktivují kaskádu řídící takové jevy, jako je segmentace a tvorba kraniokaudální osy zárodku. Většina homeotických genů je spojena do homeotických skupin. U člověka jsou čtyři komplexy Hox genů (HOXA, B, C, D) umístěné na čtyřech různých chromozomech. Jejich exprese je odlišná v čase i prostoru, jsou aktivní jen v určitých obdobích vývoje.

Literatura

1. MOORE, L., PERSAUD, T. *Review of Medical Embryology*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences, 2003. 192 s.
2. SADLER, T., LANGMAN, J. *Langman's medical embryology*. 12th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2011. 400 s.
3. SCHOENWOLF, G., LARSEN, W., BLEYL, S., BRAUER, B. *Larsen's human embryology*. 4th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier, 2008. 712 s.
4. VACEK, Z. *Embryologie*. Praha: Grada Publishing, 2006. 255 s.

2 Anatomie bederní páteře

David Kachlík

Bedro (latinsky *lumbus*) označuje část těla na trupu mezi hrudníkem a pánví. Anatomicky se zde vymezuje bederní krajina (*regio lumbalis*) jako součást větší zádové krajiny (*regio dorsalis*). Termín *lumbus* poprvé použil Claudius Galén ve 2. století, termín *vertebra* pochází ze slovesa *verto* (otáčím) a v roce 30 n. l. ho Aulus Cornelius Celsus použil k obecnému označení kloubu.

2.1 Bederní obratle

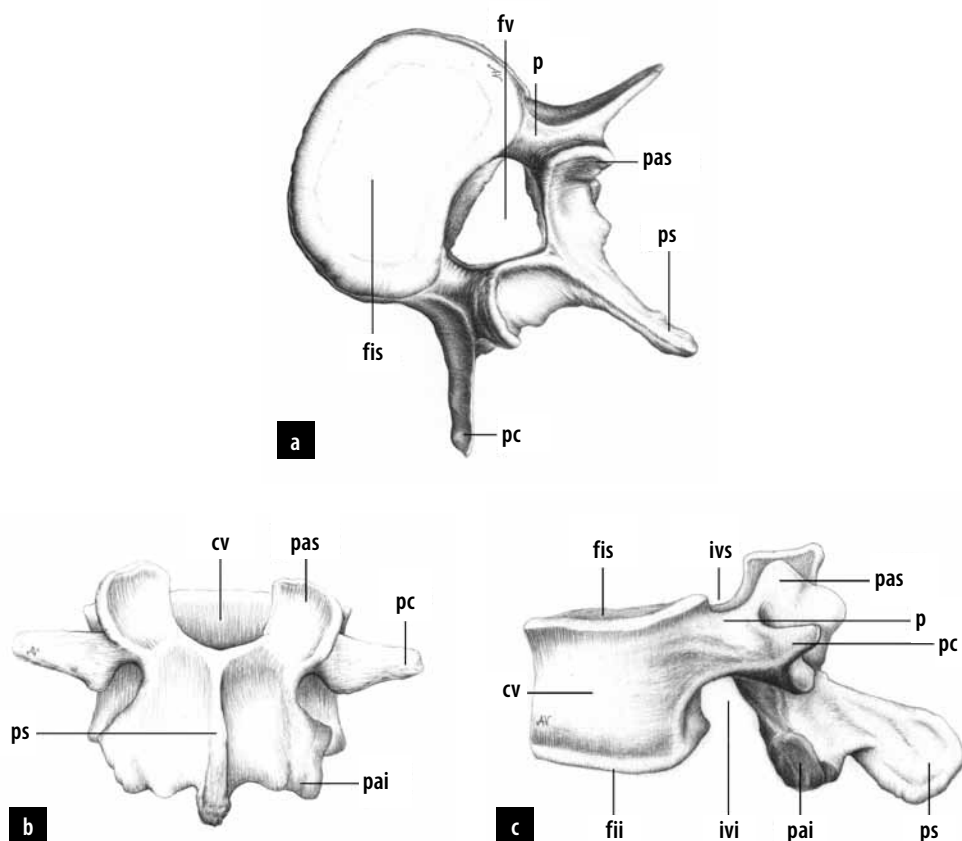
Bederní část páteře je vypuklá (konvexní) dopředu a vytváří bederní vlnění (lordózu; *lordosis lumbalis*), jež má vrchol mezi třetím a čtvrtým bederním obratlem a v raném dětství mizí při položení, trvalým se stává až činností hlubokého zádového svalstva, tedy v době, kdy se dítě učí sedět, stát a chodit (po šestém roce). Bederní část páteře sestává z pěti bederních obratlů (*vertebrae lumbales*; L1–L5), které lze od obecné stavby obratle odlišit několika znaky: větší velikost, chybění kloubních jamek pro hlavičky žeber (*foveae costales corporis vertebrae*) a chybění příčných výběžků obratlů (*processus transversi*). Obratlové tělo (*corpus vertebrae*) je příčně širší a vyšší v přední části (výjimkou je obratel L5, který je příčně širší v zadní části), jeho horní a dolní meziobratlová plocha (krycí ploténka, *endplate*, *facies intervertebralis*) má ledvinovitý tvar. Obratlový otvor (*foramen vertebrale*) je trojúhelníkový, příčný rozměr je větší než u hrudních obratlů, ale menší než u krčních obratlů. Pohlavní rozdíly mezi muži a ženami nebyly nalezeny [3] – kromě příčných rozměrů, jež byly ve všech úrovních bederní páteře přibližně o 1–1,5 mm větší u mužů [9].

Stopky obratlových oblouků (*pediculi arcus vertebrae*, pedikly, v doslovném překladu nožičky, pravděpodobně vzhledem k podobnosti s tvarem chodidla na příčném řezu) jsou krátké a tlusté a odstupují z dorzokraniální strany obratlového těla. Jejich šířka se kaudálním směrem zvětšuje. Trnové výběžky (trny, *processus spinosi*) míří téměř vodorovně vzad, jsou obdélníkového (destičkového) tvaru a jsou zesíleny na zadním a dolním okraji. Nad stopkou je mělký horní obratlový zářez (*incisura vertebralis superior*), pod ní naopak hluboký dolní obratlový zářez (*incisura vertebralis inferior*), jež mezi dvěma sousedními obratli společně vytvářejí meziobratlový otvor (*foramen*, *foramen intervertebrale*), určený pro výstup bederního míšního nervu (*nervus lumbalis*, n. L) a žíly (*vena spinalis*) a vstup tepny (*ramus spinalis arteriae lumbalis*).

Krátká a tlustá ploténka obratlového oblouku (*lamina*, *lamina arcus vertebrae*) nese vzadu silný trnový výběžek a je nižší než obratlové tělo, vynechávajíc tak prostor mezi sousedními obratli. Ploténky obratlových oblouků se nepřekrývají tak výrazně jako ploténky hrudních obratlů. Horní kloubní výběžky (*processus articulares superiores*, *zygapophyses superiores*) mají svislou kloubní plochu vpuklou (konkávní) a otočenou dorzomediálně; dolní kloubní výběžky (*processus articulares inferiores*, *zygapophyses inferiores*) mají svislou kloubní plochu vypuklou (konvexní) a otočenou ventromediálně. Plošky pravé a levé strany se rozbíhají dozadu, jednotlivě jsou roviny meziobratlových kloubů (*articulationes zygapophysiales*) odkloněny od mediální roviny v rozmezí 40–50°. Tohoto postavení dosahují původně rovné a přísně frontálně otočené kloubní plochy

nerovnoměrným růstem těsně prenatálně nebo dokonce až po narození. V meziobratlových kloubech jsou dolní kloubní výběžky obemknuty zakřivenými plochami horních kloubních výběžků následujícího obratle. Dále jsou zřejmé pohlavní rozdíly v úhlu naklonění (inklinace) a hloubce zahnutí horních kloubních ploch všech bederních obratlů, navíc doprovázené značnou nesouměrností, neboť jsou největší u prvního bederního obratle a kaudálním směrem se zmenšují.

Část obratlové ploténky mezi horním a dolním kloubním výběžkem se klinicky nazývá mezikloubní pilíř (*pars interarticularis vertebrae*, *isthmus vertebrae*). Žeberní výběžky (*processus costales*, *processus costiformes*) jsou tenké a dlouhé, pouze u pátého bederního obratle jsou zesílené. Jsou často nesprávně označovány jako příčné (transverzální)



Obr. 2.1 Schéma obratle: **a)** shora, **b)** zezadu, **c)** zboku

obratlové tělo – *corpus vertebrae* (cv), horní meziobratlová plocha – horní krycí ploténka, *facies intervertebralis superior* (fis), dolní meziobratlová plocha – dolní krycí ploténka, *facies intervertebralis inferior* (fii), stopka – pedikl, *pediculus arcus vertebrae* (p), horní obratlový zářez – *incisura vertebralis superior* (ivs), dolní obratlový zářez – *incisura vertebralis inferior* (ivi), horní kloubní výběžek – *processus articularis superior* (pas), dolní kloubní výběžek – *processus articularis inferior* (pai), žeberní výběžek – *processus costalis* (pc), trnový výběžek – *processus spinosus* (ps), obratlový otvor – *foramen vertebrale* (fv)

výběžky (transverzy), ale vývojově se jedná o zakrnělá žebra (*costae*). Vlastní příčné výběžky naopak zakrněly a zůstaly po nich pouze větší přídavné výběžky (*processus accessorii*) na dorzokaudální straně odstupu žebního výběžku a menší brdečkové výběžky (*processus mammillares*), kulaté hrbolky na zadní straně horního kloubního výběžku, sloužící jako místo začátku *musculi multifidi*. Žební výběžky jsou předozadně oploštělé a směřují dorzolaterálně. Jejich délka se od prvního ke třetímu bedernímu obratli prodlužuje a pak opět zkracuje až k pátému (obr. 2.1).

U dospělé a stárnoucí kostry se šířka bederních obratlů zvyšuje s věkem, u mužů se relativně snižuje výška zadní části obratlového těla, u obou pohlaví se výška přední části obratlového těla relativně snižuje vzhledem k šířce obratlového těla. Dochází rovněž ke snižování hustoty kostní tkáně (kostní denzity) obratlových těl, převážně kvůli zmenšování příčných kostních trámčů (zřetelnější u žen), spojené se zvětšujícím se průměrem a vpuklostí (konkavitou) jejich povrchů přiléhajících k meziobratlovým ploténkám.

2.2 Pátý bederní obratel

Pátý bederní obratel (*vertebra lumbalis quinta*) se vyznačuje silným žebním výběžkem, plynule navazujícím na stopku obratlového oblouku a přecházejícím na obratlové tělo. Tělo je obvykle největší ze všech bederních obratlů a výrazně vyšší v přední části. Touto nesouměrností významně přispívá k vytvoření bedrokřížového úhlu (*angulus lumbosacralis*). Trnový výběžek pátého bederního obratle je ze všech nejmenší a jeho hrot je kulatý a míří dolů. Žební výběžek pátého bederního obratle není oploštělý a směřuje dorzokraniolaterálně. Jeho dolní okraj je prohnutý a celý výběžek vykazuje větší zahnutí vzhůru, než je tomu u čtvrtého bederního obratle. Úhel na dolním okraji zřejmě představuje vrchol původního žebního prvku a laterální konec vrchol původního příčného výběžku.

2.3 Křížová kost

Křížová kost (*os sacrum*) má tvar rovnoramenného trojúhelníku a vznikla srústem pěti křížových obratlů (*vertebrae sacrales*). Vytváří dorzokraniální stěnu malé pánve vklíněním mezi obě pánevní kosti, s nimiž je spojena křížokyčelním kloubem (*articulatio sacroiliaca*) a dvěma syndesmózami – křížotrnovým a křížohrbolovým vazem (*ligamentum sacrospinale et sacrotuberale*). Její tupý kaudální hrot (*apex ossis sacri*) je symfýzou (pomocí meziobratlové ploténky) spojen s kostrčí (*os coccygis*). Kraniální široká základna (báze, *basis ossis sacri*) je spojena s bederní páteří a vytváří s ní tzv. bedrokřížový (lumbosakrální) přechod.

Mezi základnou křížové kosti a pátým bederním obratlem se nachází několik kloubních spojení: jednak nepárová meziobratlová spona (*symphysis intervertebralis*) mezi těly obou kostí, tvořená velkou meziobratlovou ploténkou (s pevně lnoucími podélnými vazy), vyšší ventrálně, a jednak párový bedrokřížový kloub (*articulatio lumbosacralis*) mezi kloubními výběžky obou kostí. Bedrokřížový přechod znamená změnu bederní lordózy na křížovou kyfózu, jež mezi sebou svírají bedrokřížový úhel (*angulus lumbosacralis*). Křížová kost je prohnutá konvexitou dorzálně (*kyphosis sacralis*), její přední plocha (*facies pelvica*) je konkávní a zvětšuje tak objem malé pánve. Z hrotu žebního