

Ján Kočiš, Peter Wendsche et al.

PORANĚNÍ PÁTEŘE

GALÉN



Upozornění

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.

Galén

Na Bělidle 34, 150 00 Praha 5

www.galen.cz

© Galén, 2013

Ján Kočiš, Peter Wendsche et al.

PORANĚNÍ PÁTEŘE

GALÉN



Hlavní autoři a pořadatelé

doc. MUDr. Ján Kočíš, Ph.D.

Klinika traumatologie LF MU a Úrazová nemocnice, Brno

prof. MUDr. Peter Wendsche, CSc.

Klinika traumatologie LF MU a Úrazová nemocnice, Brno

Recenzenti

doc. MUDr. Richard Chaloupka, CSc.

Ortopedická klinika, LF MU a FN, Brno

doc. MUDr. Petr Suchomel, Ph.D.

MUDr. Vladimír Beneš

Neurochirurgické oddělení, Krajská nemocnice, Liberec

Ján Kočíš, Peter Wendsche et al.

PORANĚNÍ PÁTEŘE

První vydání v elektronické verzi

Vydalo nakladatelství Galén, Na Bělidle 34, 150 00 Praha 5

Editor PhDr. Lubomír Houdek

Šéfredaktorka PhDr. Soňa Dernerová

Odpovědná redaktorka Alena Regalová

Ilustrace Martin Škarda

Dokumentace z archivu autorů

Sazba Milena Honců, Galén

Určeno odborné veřejnosti

G 261044



Všechna práva vyhrazena.

Tato publikace ani žádná její část nesmí být reprodukovány, uchovávány v rešeršním systému nebo přenášeny jakýmkoli způsobem (včetně mechanického, elektronického, fotografického či jiného záznamu) bez písemného souhlasu nakladatelství.

Pořadatelé, autoři i nakladatel vynaložili značné úsilí, aby informace o léčivech odpovídaly stavu znalostí v době zpracování díla. Nakladatel za ně nenese odpovědnost a doporučuje řídit se údaji o doporučeném dávkování a kontraindikacích uvedených výrobcí v příbalovém letáku příslušného léčivého přípravku.

Týká se to především přípravků vzácněji používaných nebo nově uváděných na trh. V textu jsou používány ochranné obchodní známky léků a dalších produktů. Absence symbolů ochranných známek (®, ™ ap.) neznamená, že jde o nechráněné názvy a značky.

© Galén, 2013

ISBN 978-80-7262-965-7 (PDF)

ISBN 978-80-7262-966-4 (PDF pro čtečky)

Autorský kolektiv

Hlavní autoři a pořadatelé

doc. MUDr. Ján Kočiš, Ph.D.

Klinika traumatologie LF MU a Úrazová nemocnice,
Brno

prof. MUDr. Peter Wendsche, CSc.

Klinika traumatologie LF MU a Úrazová nemocnice,
Brno

Autoři

doc. MUDr. Igor Čižmář, Ph.D.

I. chirurgická klinika LF UP
a Traumatologické oddělení FN, Olomouc

MUDr. Ivana Hradilová Svíženská, CSc.

Anatomický ústav LF MU, Brno

MUDr. Iva Janů, Ph.D.

Úrazová nemocnice, Brno

MUDr. Martin Kelbl

Klinika traumatologie LF MU a Úrazová nemocnice,
Brno

doc. MUDr. Jaroslav Pilný, Ph.D.

Ortopedické oddělení,
Pardubická krajská nemocnice, a.s., Pardubice

AUTORSKÝ KOLEKTIV	V	2.2. Klinické a zobrazovací vyšetření	25
PŘEDMLUVA	IX	<i>Ján Kočiš, Martin Kelbl</i>	
		Algoritmus vyšetření při podezření	
		na poranění páteře	26
1. ANATOMICKÉ POZNÁMKY		3. PORANĚNÍ HORNÍ KRČNÍ PÁTEŘE	
<i>Ivana Hradilová Svíženská</i>		3.1. Zlomeniny okcipitálních kondylů.....	31
1.1. Poznámky k vývoji páteře.....	1	<i>Ján Kočiš</i>	
1.2. Stavba obratlů.....	2	3.1.1. Klasifikace	31
1.2.1. Krční obratle (vertebrae cervicales).....	2	3.1.2. Diagnóza.....	31
1.2.1.1. Nosič (atlas)	2	3.1.3. Terapie	32
1.2.1.2. Čepovec (axis)	3	3.2. Atlantoockcipitální dislokace (AOD)	32
1.2.1.3. Sedmý krční obratel (vertebra prominens)...	3	<i>Ján Kočiš</i>	
1.2.2. Hrudní obratle (vertebrae thoracicae).....	3	3.2.1. Klasifikace	32
1.2.3. Bederní obratle (vertebrae lumbales)	4	3.2.2. Diagnóza.....	33
1.2.4. Kost křížová (os sacrum).....	4	3.2.3. Terapie	33
1.2.5. Kost kostrční (os coccygis)	5	Operační postup okcipitocervikální	
1.3. Osifikace obratlů	5	stabilizace a fúze	33
1.4. Variace obratlů	6	3.3. Zlomeniny atlasu	35
1.5. Spojení na páteři.....	6	<i>Ján Kočiš, Igor Čížmář</i>	
1.5.1. Meziobratlové destičky (disci		3.3.1. Klasifikace	35
intervertebrales)	6	3.3.2. Diagnóza.....	35
1.5.2. Syndesmózy páteře.....	6	3.3.3. Terapie	35
1.5.3. Kloubní spojení	7	3.4. Atlantoaxiální dislokace (AAD)	37
1.5.3.1. Articulationes intervertebrales.....	7	<i>Ján Kočiš</i>	
1.5.3.2. Kraniovertebrální spojení	7	3.4.1. Klasifikace	37
1.5.3.3. Kostovertebrální spojení	8	3.4.2. Diagnóza.....	37
1.6. Páteř jako celek.....	9	3.4.3. Terapie	38
1.7. Pohyby páteře	10	Operační postup transartikulární	
1.8. Topografická anatomie – regio colli		stabilizace C1/2 podle Magerla.....	38
posterior, vertebralis, sacralis	11	Operační postup stabilizace C1/2	
1.8.1. Kůže a podkoží	11	podle Harmse.....	39
1.8.2. Svaly v okolí páteře.....	11	3.5. Zlomeniny těla axis	39
1.8.3. Meziobratlové otvory.....	13	<i>Ján Kočiš, Jaroslav Pilný</i>	
1.8.4. Páteřní kanál	14	3.5.1. Klasifikace	39
		3.5.2. Diagnóza.....	39
		3.5.3. Terapie	39
2. VŠEOBECNÁ ČÁST		3.6. Zlomeniny dens axis.....	40
<i>Peter Wendsche</i>		<i>Ján Kočiš, Peter Wendsche</i>	
Epidemiologie	23	3.6.1. Klasifikace	40
2.1. Přednemocniční péče.....	23	3.6.2. Diagnóza.....	40

3.6.3.	Terapie	40	5.	PORANĚNÍ HRUDNÍ A BEDERNÍ PÁTEŘE	
	Operační postup kompresní osteosyntézy	41	5.1.	Klasifikace poranění hrudní a bederní páteře	107
3.7.	Traumatická spondylolistéza čepovce	42		<i>Ján Kočiš</i>	
3.7.1.	Klasifikace	43		Všeobecná charakteristika jednotlivých typů.....	108
3.7.2.	Diagnóza.....	43	5.2.	Zlomeniny hrudní páteře	113
3.7.3.	Terapie	43		<i>Ján Kočiš</i>	
3.8.	Kombinovaná poranění atlasu a čepovce	44	5.3.	Zlomeniny thorakolumbálního přechodu a bederní páteře	115
	<i>Ján Kočiš</i>			<i>Ján Kočiš, Martin Kelbl</i>	
3.8.1.	Klasifikace	44	5.4.	Osteoporotické zlomeniny páteře.....	118
3.8.2.	Diagnóza.....	45		<i>Ján Kočiš, Iva Janů</i>	
3.8.3.	Terapie	45		Konzervativní léčení osteoporotických zlomenin.....	119
	Technika aplikace halo vest.....	46	5.5.	Zadní přístup.....	122
4.	PORANĚNÍ DOLNÍ KRČNÍ PÁTEŘE			<i>Peter Wendsche, Ján Kočiš</i>	
	<i>Ján Kočiš, Peter Wendsche</i>			Zadní přístup k thorakolumbální páteři	122
4.1.	Klasifikace poranění dolní krční páteře.....	83		Posterolaterální deza	123
4.2.	Diagnóza.....	84		Dekomprese	123
4.3.	Konzervativní léčení	85		Ošetření předního sloupce ze zadního přístupu.....	123
4.4.	Operační léčení.....	85	5.6.	Přední přístup.....	124
4.4.1.	Přední přístup	85		<i>Ján Kočiš, Peter Wendsche</i>	
	Operační postup: přední přístup k subaxiální páteři	86		Operační technika předního miniinvasivního přístupu (minithorakotomie) s thorakoskopií	126
4.4.2.	Ošetření poranění dolní krční páteře ze zadního přístupu.....	87			
	Operační postup: zadní přístup k subaxiální páteři	88			
				REJSTŘÍK	167

Předmluva

Kvalitní vyšetření a ošetření úrazů páteře předpokládá úplné porozumění této specifické funkční jednotce. Zhodnocení jejích anatomických souvislostí, biomechanické stability, a v tomto smyslu i charakteru zranění, rozhoduje o výsledku léčení a do značné míry také o trvalých následcích. Nedávná léta přinesla do problematiky poranění páteře celou řadu pokrokových změn, ať už byly odvozeny od moderních zobrazovacích technologií, komplexních klasifikačních systémů nebo propracovaných operačních postupů a stabilizačních systémů různého druhu. Dnes je úrazová chirurgie páteře a míchy rozvinutým medicínským oborem sdružujícím zkušenosti neurochirurgů, ortopedů a traumatologů. Tato skutečnost je odrazem obecného procesu, který spoluprací uvedených oborů dává vzniknout specializovanému vědnímu oboru zvanému spondylochirurgie.

Medicína v naší zemi nezůstala stranou tohoto vývoje. Změnila se organizace a dostupnost akutních ošetření, změnily se diagnostické prostředky i léčebné postupy. Vyvíjel se rovněž počet ošetřených pacientů. Databáze České spondylochirurgické společnosti uvádí, že od roku 2001, kdy bylo chirurgicky ošetřeno 1140 zraněných, narostl v roce 2010 počet operovaných na 2134, tedy o 83 %. Byla rozvinuta péče o nemocné s poškozením míchy nejen v akutní, ale i v postakutní a chronické fázi, což potvrzuje činnost spinálních jednotek a rehabilitačních ústavů. Význam problematiky poranění páteře a míchy podtrhuje i tato kniha.

Publikace přináší soudobý, komplexní pohled na diagnostiku a léčbu poranění páteře a míchy. V oboru páteřní chirurgie, kde je nedostatek doporučení založených na vědeckých důkazech, mají veliký význam doporučení založená na zkušenostech. Na stránkách této knihy jsou shrnuty dlouholeté zkušenosti jednoho z našich nejvýznamnějších spondylochirurgických pracovišť. V přehledném členění poskytuje vodítko jak pro hodnocení zobrazovacích a klinických vyšetření, tak pro klasifikační zařazení traumatu a volbu jeho ošetření. Bohatý aparát citací, provázející jednotlivé kapitoly, nabízí prakticky úplnou literární informaci k danému tématu.

Česká spondylochirurgie zaznamenává v současnosti řadu významných literárních počinů u nás i v zahraničí. Tato kniha je dalším příspěvkem k budování tohoto mladého lékařského oboru. Měla by upoutat pozornost nejen lékařů bezprostředně se zabývajících léčením úrazů páteře, ale i obecných úrazových chirurgů, neurologů či rehabilitačních specialistů. Mimo jiné i proto, že největší lékařská knihovna na světě, The United States National Library of Medicine, která spravuje literární fondy reprezentující přes sedm milionů knih a časopisů, nemá v evidenci žádnou podobnou publikaci z období posledních deseti let.

prim. MUDr. Richard Lukáš, Ph.D.
Traumatologicko-ortopedické centrum
Krajská nemocnice Liberec

1. Anatomické poznámky

Páteř (columna vertebralis) tvoří osovou kostru trupu. Skládá se ze sedmi obratlů krčních, dvanácti hrudních, pěti bederních, kosti křížové a kostrční. Mezi jednotlivými obratli jsou vazivová, chrupavčitá i kloubní spojení, obratle křížové a kostrční v dospělosti postupně srůstají.

1.1. Poznámky k vývoji páteře

Během vývoje plodu vzniká páteř z paraaxiálního mezodermu, ze kterého se segmentací vytvářejí somity. První pár somitů vzniká koncem 3. týdne embryonálního vývoje, koncem 5. týdne má embryo 42–44 somitových párů: 4 okcipitální, 8 krčních, 12 hrudních, 5 bederních, 5 křížových a 8–10 kostrčních. Později zaniká první okcipitální pár a posledních 5–7 kostrčních somitů.

Každý ze somitů se postupně rozdělí na tři části:

- buňky somitů přilehlé k chorda dorsalis a nazývané souborně sklerotom vytvářejí mezenchym, z něhož vznikne osová kostra a její spojení;
- buňky zádového úseku somitů, zvaného dermatom, se šíří pod ektoderm a dávají vznik vazivu škáry a podkožnímu vazivu;
- pruh mezi dermatomem a sklerotomem se nazývá myotom; z něj se vyvíjí všechno příčně pruhované svalstvo trupu a myogenní buňky migrují i do základů končetin.

Materiál sklerotomů tvořící obratle se rozdělí na kraniální a kaudální část, zatímco myotom obě části spojuje. Buňky sklerotomů migrují k chorda dorsalis, kterou obklopují a diferencují se na chrupavčité základy obratlových těl. Každý obratel je tvořen kombinací kaudální poloviny horního páru sklerotomů a kraniální poloviny sousedního dolního páru sklerotomů. Jejich fúzí okolo chordy vzniká blastemové centrum obratle. Mezenchym vyplňující šterbinu mezi kraniální a kaudální polovinou původního sklerotomu se zahušťuje a tvoří perichordální disk, který se později vyvíjí v anulus fibrosus meziobrat-

lového disku (obr. 1.1.). Posun sklerotomů oproti myotomům umožňuje spojení obratlů svalovými snopci a jejich pohyby. Kraniální somity srůstají a tvoří část týlní kosti, obratle jsou tvořeny od šestého somitu kaudálně.

Z dorzolaterálních úhlů centra se vytváří neurální oblouk, který obklopuje neurální trubici, v místě splnutí pravé a levé poloviny vyrůstá trnový výběžek. V místě spojení laminy a pediklu oblouku vyrůstají na každé straně tři výběžky: horní a dolní kloubní výběžek a příčný výběžek. Nakonec z ventrálního okraje pediklu, z části sousedního perichordálního disku a za přispění pediklu nejbližšího kaudálního obratle vyrůstá oboustranně anterolaterálně kostální výběžek a spojuje se s vrcholem příčného výběžku. Kostální výběžek je u krčních obratlů zakrnělý a tvoří přední část příčného výběžku před a laterálně od foramen transversarium (obr. 1.2.). Distální část tohoto výběžku se u krčních obratlů nevyvíjí. Výjimečně se může normálně vyvinout v žebro u sedmého krčního obratle a potom mohou být vyvinuty i kostovertebrální klouby. Takové krční žebro může být spojeno se sternem. V oblasti hrudníku kostální výběžky dosahují maximální délky a tvoří žebra. U bederních obratlů se kostální výběžky distálně nevyvíjejí a jejich proximální části nahrazují příčné výběžky (vlastní příčný výběžek lumbálního obratle je reprezentován pouze malým processus accessorius). Příležitostně se může vyvinout variabilní pohyblivé žebro spojené s prvním bederním obratlem. U os sacrum se vytvoří pouze horní dva nebo tři kostální výběžky v podobě přední části pars lateralis. Kostrční obratle jsou zakrnělé a zjevně bez kostálních výběžků.

Kompletní chrupavčitý obratel se vytváří do 4. měsíce intrauterinního vývoje, jako poslední se tvoří trnový výběžek.

Zatímco v místě těla obratle je materiál z chorda dorsalis obklopen a potom i nahrazen mezenchymem sklerotomu, mezi obratli chorda expanduje a tvoří nucleus pulposus meziobratlového disku. Ten je obklopen perichordálním diskem, který tvoří anulus fibrosus a diferencuje se na zevní fibrózní zónu a vnitřní zónu okolo nucleus pulposus. Vnitřní zóna přispívá k růstu

zevní a ke konci 2. měsíce embryonálního života začíná splývat s materiálem chordy. Po 6. měsíci fetálního života buňky chordy v nucleus pulposus degenerují a jsou nahrazeny buňkami vnitřní zóny anulus fibrosus. Tato degenerace pokračuje do druhé dekády života, kdy buňky chordy zcela vymizí.

1.2. Stavba obratlů

Typický obratel má tělo, *corpus vertebrae*, a oblouk, *arcus vertebrae*, který je z dorzální strany připojen k tělu a obkružuje tak otvor, *foramen vertebrale*. Soubor obratlových otvorů tvoří páteřní kanál, *canalis vertebralis*. Válcovité tělo dosahuje různé velikosti, tvaru i proporcí u obratlů v různých úrovních páteře. Má většinou plochou (někdy sedlovitou) horní plochu, *facies terminalis superior*, a přibližně rovnou dolní plochu, *facies terminalis inferior*. Obě terminální plochy mají mírně zvednuté okraje. V horizontální rovině je profil většiny obratlů ventrálně konvexní a dorzálně (k obratlovému otvoru) konkávní. Na sagitálním řezu je tělo obratle vpředu konkávní, ale vzadu rovné. Malé vaskulární otvory jsou na přední i laterální straně těla, na dorzální straně těla jsou malé otvůrky pro arterie a větší nepravidelný otvor, někdy zdvojený, pro bazi-vertebrální žíly. Obratlový oblouk má na každé straně užší patku, *pediculus arcus vertebrae*, a dorzálně širší lamelu, *lamina arcus vertebrae*. Pedikl je krátký, široký a mělce prohlouben kraniálně, takže vytváří zářez, *incisura vertebralis superior*, a více konkávní kaudálně, *incisura vertebralis inferior*. Dolní zářez vyššího obratle a horní zářez nižšího obratle, doplněné o zadní plochu meziobratlové destičky, vytvářejí párový meziobratlový otvor, *foramen intervertebrale*. Lamela oblouku je vertikálně oploštělá a dorzomediálně zakřivená. V místě spojení pediklů a lamel oblouku vystupuje do strany párový příčný výběžek, *processus transversus*, kraniálně párový horní kloubní výběžek, *processus articularis superior*, a kaudálně párový dolní kloubní výběžek, *processus articularis inferior*. Kloubními výběžky jsou sousední obratle spojeny v meziobratlových kloubech. V místě spojení pravé a levé lamely vyrůstá nepárový výběžek trnový, *processus spinosus*. Příčné výběžky hrudních obratlů se spojují s žebry, zatímco na jiných úrovních páteře je příčný výběžek většinou složen z části vzniklé z původního příčného výběžku a z části tvořené zakrtnělým žebrem (kostální výběžek). Obratle jsou typické krátké kosti s tenkou kompaktní kostí na povrchu a spongiózní kostí tvořící trámce uvnitř. Dutinky mezi trámci jsou vyplněné červenou kostní dření.

1.2.1. Krční obratle (vertebrae cervicales)

Krční část páteře je tvořena sedmi krčními obratli C1–C7, které jsou nejmenší ze všech samostatných obratlů (obr. 1.3.). Typický krční obratel (třetí, čtvrtý a pátý, které jsou téměř identické) má malé, ale relativně široké obratlové tělo. Tělo má konvexní přední stranu a plochou nebo mírně konkávní zadní stranu, v jejímž středu je několik vaskulárních otvůrků, z nichž obvykle dva větší jsou pro bazi-vertebrální žíly. Horní terminální plocha těla má sedlovitý tvar, protože laterálně vybíhá v *processus uncinatus* (uncus corporis). Dolní terminální plocha obratle je také konkávní, ale poněkud konvexní je přední okraj, který částečně překrývá přední plochu meziobratlového disku. Výška těl krčních obratlů se pohybuje kolem 14–16 mm.

Pedikly směřují dorzolaterálně a dlouhé lamely dorzomediálně a uzavírají tak relativně velký trojúhelníkový obratlový otvor.

Příčný výběžek krčního obratle je složen z elementu odpovídajícího původnímu příčnému výběžku (mediální část přiléhající k tělu a oblouku) a elementu vzniklého z kostálního výběžku (laterální část uzavírající ze strany otvor, *foramen processus transversi* (*foramen transversarium*), a vybíhající v hrbolky, *tuberculum anterius* a *tuberculum posterius*). (Viz obr. 1.3.) Tuberculum anterius čtvrtého až šestého obratle je prodloužené, největší z nich má šestý obratel. Tento hrbolok bývá nazýván *tuberculum caroticum*, pro blízkost a. carotis communis, kterou lze proti tomuto hrbolku stlačit. Spinální ganglia krčních nervů jsou uložena v meziobratlovém otvoru a silný ramus ventralis n. spinalis probíhá za a. vertebralis, která s v. vertebralis probíhá skrz otvory příčných výběžků.

Kloubní plošky horních kloubních výběžků směřují šikmo dorzokraniálně, plošky dolních kloubních výběžků jsou obráceny ventrokaudálně.

Trnový výběžek většiny krčních obratlů je krátký a rozvětvený na konci ve dva hrbolky, většinou nestejně velikosti.

První, druhý a sedmý krční obratel se značně odlišují od ostatních a jsou tedy popsány zvlášť.

1.2.1.1. Nosič (atlas)

První krční obratel, *atlas*, podepírá hlavu. Přes svůj název však není rozhodujícím nosičem hlavy. Je jediný tím, že je jediným obratlem, který nemá tělo. Atlas se skládá ze dvou postranních částí, *massae laterales*, spojených vpředu krátkým obloukem, *arcus anterior*, a vzadu delším obloukem, *arcus posterior* (obr. 1.4.).

Přední oblouk je dopředu mírně konvexní a nese hrbolek, **tuberculum anterius**. Zadní plocha předního oblouku nese konkávní kloubní plošku pro spojení s dens axis, **fovea dentis**.

Massae laterales jsou opatřeny na horní straně ovoidními kloubními ploškami pro spojení s kondylý týlní kosti lebky, **foveae articulares superiores**, jejichž dlouhé osy dopředu konvergují. Spodní plošky, **foveae articulares inferiores**, jsou téměř kruhové, ploché nebo lehce konkávní a slouží ke kloubnímu spojení s C2. Jsou orientovány v transversální rovině, ale lehce šikmo mediodorzálně. Na mediálním povrchu postranní části atlasu je zdrsňelá oblast nesoucí otvůrky pro cévy a hrbolek pro připojení lig. transversum atlantis.

Horní plocha zadního oblouku atlasu nese široký žlábek pro a. a v. vertebralis a první krční nerv, **sulcus a. vertebralis**. Často z okrajů žlábků vybíhají ostruhy, které mohou přeměnit rýhu v otvor. Zadní oblouk má ve střední rovině hrbolek vybíhající dorzálně, **tuberculum posterius**, který představuje rudimentární trnový výběžek.

Příčný výběžek je dlouhý, je homologní s tuberculum posterius ostatních krčních obratlů a jeho hrot je hmatný mezi processus mastoideus spánkové kosti a úhlem mandibuly. Kostální lamela zepředu uzavírá foramen transversarium.

1.2.1.2. Čepovec (axis)

Druhý krční obratel, **axis**, tvoří osu pro rotaci atlasu a hlavy kolem silného čepu, **dens axis**, který vybíhá kraniálně z horní plochy těla (obr. 1.5.). Dens je kónického tvaru o průměrné délce 15 mm u dospělého. Jeho přední plocha má ovoidní kloubní plošku pro spojení s předním obloukem atlasu a je proděravěna mnoha otvůrkami pro cévy (dens je zásoben větévkami jak z a. vertebralis, tak z a. carotis externa). Zadní plocha nese širokou rýhu pro **ligamentum transversum atlantis**. Dens vybíhá v hrot, **apex dentis**, k němuž je připojeno lig. apicis dentis; oploštělé boční strany jsou místem úponu ligg. alaria.

Tělo axisu se vyvíjí z centra axisu a atlasu, k němuž přirůstá výběžek – dens. Po obou stranách dens jsou na těle axisu velké ovoidní kloubní plochy pro spojení s massae laterales atlasu. Přední plocha těla je prohloubena pro úpon m. longus colli.

Pedikly jsou silné a zasahují na ně horní kloubní plošky. Na dolní straně pediklu je hluboký zářez pro třetí krční nerv. Ze spojení pediklu a lamely vybíhá kaudálně processus articularis inferior s kloubní ploškou obrácenou ventrokaudálně.

Příčný výběžek je špičatý a vybíhá laterokaudálně z pediklu. Foramen transversarium směřuje laterál-

ně, protože a. vertebralis se otáčí laterálně pod horní kloubní plošky.

Trnový výběžek je velký, s rozštěpeným koncem a širokouází dolů konkávní.

Čepovec je ve srovnání s ostatními krčními obratli masivní obratel, nesoucí rozhodující díl hmotnosti hlavy.

1.2.1.3. Sedmý krční obratel (vertebra prominens)

Sedmý krční obratel má dlouhý trnový výběžek, který je na živém hmatný i viditelný v šíjové rýze a podle něj se sedmý obratel nazývá **vertebra prominens**. Trn není rozštěpený, ale je zakončen výrazným hrbolekem, na který se upíná lig. nuchae a kolem něj několik svalů.

Široký a výrazný příčný výběžek směřuje dorzolaterálně od foramen transversarium, kterým probíhá v. vertebralis, ne však stejnojmenná arterie (ta vstupuje až do šestého foramen transversarium). Kostální lamina je relativně tenká, nese na horní straně žlábek pro ventrální větev sedmého krčního nervu a může být oddělena jako krční žebro. Nese nevýrazný přední hrbolek.

1.2.2. Hrudní obratle (vertebrae thoracicae)

Hrudní páteř se skládá z dvanácti hrudních obratlů Th1–Th12, které se podobně jako ostatní obratle zvětšují kaudálním směrem kvůli větší zátěži vyvíjené na kaudálnější obratle (obr. 1.6.).

Tělo obratle je válcovité, s přibližně stejnými rozměry v příčné a předozadní ose. U většiny obratlů jsou na každé straně těla před obratlovými zářezy dvě kostální kloubní plošky, jedna při horním okraji, **fovea costalis superior**, druhá při okraji dolním, **fovea costalis inferior**. Výška těl se kraniokaudálně zvětšuje a osciluje mezi 20–25 mm.

Obratlový otvor je malý a kruhový, pedikly oblouku směřují přímo dozadu a lamely jsou krátké a široké. Trnový výběžek je dlouhý a směřuje šikmo dolů. Processus articulares superiores jsou orientovány dorzálně a mírně laterálně, fasety dolních kloubních výběžků směřují ventrálně a mírně mediálně. Velké příčné výběžky jdou dorzolaterálně a vpředu nesou plošku pro spojení s hrbolekem žebra, **fovea costalis transversalis**.

Od popsání tvaru se v detailech liší první, devátý, desátý, jedenáctý a dvanáctý hrudní obratel. První obratel má na obou stranách těla kruhovou horní kostální fasetu pro spojení s hlavičkou prvního žebra a menší poloměsíčitou plošku dolní pro spojení s horní polovinou hlavičky druhého žebra. Dlouhý silný trn vybíhá

horizontálně a promínuje podobně jako trn sedmého krčního obratle. U devátého obratle může chybět fovea costalis inferior pro spojení s desátým žebrem. Desátý hrudní obratel je spojen pouze s desátým párem žeber, má tedy jen foveae articulares superiores. Příčné výběžky nemusí mít kostální kloubní plošky. Jedenáctý hrudní obratel se spojuje pouze s hlavičkami jedenáctých žeber a má tedy pouze foveae articulares superiores blízko horního okraje těla. Malé příčné výběžky kloubní plošky nemají. Dvanáctý hrudní obratel má opět pouze jeden pár okrouhlých kloubních plošek pro spojení s hlavičkami dvanáctých žeber; tyto jsou poněkud pod horním okrajem těla a zasahují až na pedikly.

Těla horních hrudních obratlů tvarem a velikostí připomínají krční obratle, zatímco těla kaudálních hrudních obratlů jsou spíše lumbálního typu. Tělo prvního hrudního obratle má příčný průměr dvakrát tak velký než průměr předozadní, třetí obratel má nejmenší tělo a u následujících obratlů se zvětšuje předozadní průměr. Tělo čtvrtého obratle je typicky srdčité. Pátý až osmý obratel je na příčném řezu asymetrický, protože levá strana je oploštělá tlakem hrudní aorty. Kaudálně se hrudní obratle zvětšují, takže dvanáctý tvarem a velikostí připomíná typický bederní obratel. Pedikly hrudních obratlů se kaudálně ztlustňují, zatímco příčné výběžky se kaudálním směrem zkracují. Hrudní trny se od pátého k osmému obratli překrývají. Osmý trn je nejdelší a nejmírnější. Jedenáctý a dvanáctý trnový výběžek je trojúhelníkový, s tupým hrotem. Příčné výběžky dvanáctého obratle jsou nahrazeny malými hrbolky: největší je horní, který je blízko processus articularis superior a je homologní s lumbálním processus mamillaris, laterální odpovídá příčnému výběžku a dolní je homologní s processus accessorius bederního obratle. Změna v orientaci kloubních výběžků z frontální roviny do roviny sagitální, typické pro lumbální obratle, nastává obvykle u jedenáctého hrudního obratle (někdy dvanáctého nebo desátého). U tohoto přechodného obratle jsou kloubní plošky horních kloubních výběžků orientovány posterolaterálně, zatímco fasety dolních kloubních výběžků směřují laterálně a mírně dopředu. Tento obratel označuje místo náhlé změny funkce páteře z rotační na nerotační, pouze ohybovou.

1.2.3. Bederní obratle (vertebrae lumbales)

Bederní obratle L1–L5 mají velké tělo ledvinovitého tvaru, širší v příčné ose (obr. 1.7.). Těla bederních obratlů jsou nejvyšší – asi 30 mm. Obratlový otvor je trojúhelníkový, pedikly jsou krátké. Trnový výběžek směřuje téměř horizontálně, je čtyřhranný a ztlustělý při horním a dolním okraji. Horní kloubní výběžky nesou konkávní plošky orientované dorzomediál-

ně a hrubé výběžky na dorzálním okraji, *processus mamillares*. Dolní kloubní výběžky mají vertikální konvexní fasety směřující ventrolaterálně. Příčné výběžky, *processus costarii*, odpovídající rudimentárním žebřím, jsou tenké a dlouhé. Malé *processus accessorii* odstupují dorzokaudálně od baze kostálních výběžků a spolu s processus mamillares tvoří pozůstatky po původních processus transversi. Pátý obratel bederní je obvykle největší, tělo je vpředu vyšší než vzadu, proto přechod mezi L5 a křížovou kostí je zalomený (promontorium). Poslední bederní obratel má masivní processus costarii.

1.2.4. Kost křížová (os sacrum)

Kost křížová vzniká srůstem pěti obratlů křížových S1–S5 (obr. 1.8.). Je jednak součástí páteře a jednak svým vklíněním mezi pánevní kosti tvoří součást pánve. Má širokou horní plochu, *basis ossis sacri*, která je spojena s pátým bederním obratlem, s nímž tvoří lumbosakrální úhel. Přední okraj baze tvoří hranu, *promontorium*. Za tělem je vchod do kanálu, který vznikl spojením obratlových otvorů, *canalis sacralis*. Processus articulares superiores vybíhají kraniálně, mají konkávní kloubní plošky orientované dorzomediálně, kterými se křížová kost spojuje s dolními kloubními ploškami L5. Laterálně je část vytvořena srůstem příčných výběžků a zbytků žeber, *ala ossis sacri*. Tato postranní část se kaudálně zužuje. Z laterálního pohledu je vidět kloubní plocha pro spojení s os ilium, *facies auricularis*. Za ní je prohloubená drsnatina pro úpon interoseálních sakroiliackých vazů, *tuberositas sacralis*.

Přední plocha křížové kosti, *facies pelvina*, je vertikálně i horizontálně konkávní. Srůst obratlů je patrný podle čtyř příčných čar, *lineae transversae*. Ty spojují otvory, *foramina sacralia pelvina*, které komunikují s křížovým kanálem a z nichž vystupují ventrální větve míšních nervů. Laterálně od otvorů je kost tvořena rudimenty žeber, které tvoří postranní část.

Zadní plocha, *facies dorsalis*, je konvexní, orientovaná dorzokraniálně, a podobně jako na ploše přední jsou na ní čtyři páry otvorů, *foramina sacralia dorsalia*, kterými vystupují z páteřního kanálu dorzální větve míšních nervů. Dorzální plocha je zdrsňelá pěti hranami, které vznikly srůstem výběžků křížových obratlů. Střední nepárová *crista sacralis mediana* vznikla z trnových výběžků, mediálně od foramina sacralia dorsalia je párová *crista sacralis intermedia* ze zbytků výběžků kloubních a laterálně od otvorů je párová řada z rudimentů příčných výběžků, *crista sacralis lateralis*. Protože u S5 nedochází ke srůstu obou částí oblouku, crista sacralis mediana dosahuje jen po S4 (někdy S3) a pod ní je vstup do canalis sacralis, *hiatus sacralis*, lemovaný ze stran rohy, *cornua sacralia*, které zakončují

cristae sacrales intermediae. Kaudálně je křížová kost zakončena tupým hrotem, *apex ossis sacri*, kterým se spojuje s kostí kostrční.

1.2.5. Kost kostrční (os coccygis)

Kost kostrční je malá trojúhelníková kost vznikající srůstem rudimentárních obratlů, jejichž počet je variabilní (většinou 3–5) (obr. 1.9.). Co1 bývá oddělen od následujících rudimentů. Horní plocha kostrče má oválnou plošku, kterou se spojuje s apex ossis sacri. Dorzolaterálně od ní vybíhají kraniálně *cornua coccygea*, která jsou vazy spojena s cornua sacralia. Co2–Co4 se kaudálně zmenšují a představují jen rudimentární části těl obratlů, výběžky zpravidla úplně chybějí.

1.3. Osifikace obratlů

Osifikace obratlů probíhá od začátku 3. měsíce prenatalního života. Typický obratel je osifikován ze tří primárních center: jedno vzniká v chrupavčitém obratlovém těle a dvě v každé polovině obratlového oblouku při bazi příčných výběžků. Centra oblouků se šíří do všech výběžků, lamely i pediklu oblouku a do dorzolaterální části těla. Centra oblouků vznikají nejdříve v krčních obratlích (v 9.–10. týdnu prenatalního vývoje) a pak se postupně objevují v následujících kaudálních obratlích. V obloucích lumbálních obratlů se osifikační centra objevují ve 12. týdnu. Osifikační centra obratlových těl vznikají nejdříve v 9. a 10. týdnu v kaudálních hrudních obratlích a dále postupně kraniálně i kaudálně, ve 12. týdnu prenatalního vývoje jsou přítomna v tělech všech obratlů. Při narození jsou obratle tvořeny třemi osifikujícími elementy spojenými chrupavkou. Během prvního roku života se obě centra oblouku spojují dorzálně, nejdříve v lumbální oblasti a pak postupně v hrudní a krční části páteře. Osifikační centrum těla se spojuje s osifikovaným obloukem kolem 3. roku v krční oblasti, ale u dolních bederních obratlů až po 6. roce věku. V období puberty se objevují sekundární osifikační centra: po jednom ve vrcholu příčných výběžků a trnového výběžku a dva epifýzové prstence na okraji horní a dolní chrupavčité terminální plochy těla. Tyto epifýzy srůstají se zbytkem obratle kolem 25. roku. V rozštěpených vrcholech trnů krčních obratlů vznikají vždy sekundární centra dvě.

Atlas většinou osifikuje ze tří center: párové v massae laterales v 7. týdnu prenatalního vývoje, které se postupně šíří dorzálně do zadního oblouku, až se ve 3. až 4. roce obě centra spojí. Ke konci 1. roku věku vzniká v předním oblouku třetí nepárové centrum, které se spojí s párovým centrem mezi 6. a 8. rokem.

Axis je osifikován z pěti primárních a dvou sekundárních center. Primární centra obou polovin oblouku se objevují asi v 7. týdnu prenatalního vývoje, primární centrum těla ve čtvrtém měsíci. Dens je osifikován ze dvou center objevujících se v šestém měsíci a srůstajících před narozením. V chrupavce apex dentis se mezi 5. a 8. rokem objevuje další centrum, které srůstá s ostatní kostí okolo 12. roku. Dens srůstá s centrem těla po obvodu, zatímco uvnitř chrupavka persistuje do dospělosti. Kolem puberty se vytváří tenká epifýzová ploténka pod tělem axisu. Dens je považován za původní tělo atlasu srostlé s C2, avšak Jenkins⁽⁷⁾ ve studii o variabilitě u savců jej označuje jako nově vytvořený útvar.

U sedmého krčního obratle se objevují v 6. prenatalním měsíci centra pro kostální výběžky, které se spojují s tělem a příčnými výběžky mezi 5. a 6. rokem. Mohou však zůstat oddělené a růst ventrolaterálně jako krční žebra. Samostatná osifikační centra mohou vznikat i v příčných výběžcích C4–C6.

U bederních obratlů vznikají samostatná centra pro mamilární výběžky, L5 má také oddělená centra pro kostální výběžky.

Osifikace jednotlivých segmentů křížové kosti připomíná osifikaci typických obratlů. Primární centrum pro tělo a primární centrum pro každou polovinu oblouku se objevuje mezi 10. a 12. týdnem. Dále vznikají laterálně od křížových otvorů mezi 6. a 8. prenatalním měsícem primární centra pro kostální elementy horních tří nebo i více segmentů. Každý kostální element se spojuje s příslušnou polovinou obratlového oblouku mezi 2. a 5. rokem a takto vytvořená část obratle sroste ventrálně s tělem a dorzálně s protilehlou polovinou oblouku okolo 8. roku, ale často i později. Poté je každé tělo obratle kryto z obou stran epifýzovou ploténkou tvořenou hyalinní chrupavkou, která odděluje tělo od vazivové chrupavčitého základu meziobratlového disku. Laterálně jsou oblouky sousedních obratlů odděleny hyalinními chrupavkami, na jejichž laterálních okrajích se vytváří několik epifýz, z nichž po jejich srůstu vznikají laterální části včetně facies auricularis. Těla křížových obratlů srůstají po obvodu po 20. roce věku, ale centrální chrupavky i centrální části meziobratlových disků zůstávají neosifikovány až do středního věku.

Každý segment kostrční kosti je osifikován z primárního centra, ale období jejich vzniku není přesně známo. Centrum prvního segmentu se objevuje kolem období narození a cornua coccygea pravděpodobně osifikují ze samostatných center brzy poté. Zbývající segmenty osifikují v delších časových intervalech až do 20. roku nebo i později. Segmenty se pomalu spojují; první s druhým srůstá kolem 30. roku. Kostrční kost v pozdějších letech často srůstá s kostí křížovou, zvláště u žen.

1.4. Variace obratlů

Atlas může být do různého stupně srostlý s os occipitale – vzniká **asimilace atlasu**. Naopak při normálně vytvořeném atlasu se mohou kolem otvoru týlního objevit zbytky obratle – **manifestace okcipitálního obratle**. Atlas může mít neúplně osifikované oblouky.

Axis může mít dens ve formě samostatné kosti – **os odontoides**. Oddělený apex dentis se nazývá **ossiculum terminale**. Axis může být srostlý s C3.

Trn C7 nemusí prominovat svým trnem, C6 nebo Th1 mohou mít trn větší. Při C7 může být vyvinuto samostatné krční žebro, vzácně i při C6 nebo C5.

Th1 a Th9–12 mají variabilní foveae costales. Lumbální typ kloubních výběžků se může objevit od Th11. Anomálií obratle je **hemivertebra**, kdy je vytvořena jen polovina obratle. Takový obratel má trojúhelníkový tvar, je vklíněn ze strany mezi obratle a často s jedním ze sousedních obratlů srůstá. Hemivertebra způsobuje těžkou skoliózu.

Na bederních obratlích se mohou manifestovat bederní žebra. Na L5 (vzácně na L4) se může vyskytnout přerušení istmu, tzv. **spondylolysis**, kdy zadní část obratle zahrnující lamely oblouku, trn a dolní kloubní výběžky zůstává oddělena od zbývajících přední části, tedy těla s pedikly, příčnými a horními kloubními výběžky. Posune-li se přední část po horní ploše křížové kosti dopředu, dochází ke stavu zvanému **spondylolistesis**.

Kost křížová může být vytvořena ze šesti obratlů, což vzniká inkorporací páteřního lumbálního nebo prvního křížového obratle. Tzv. **sakralizace L5** může být částečná nebo úplná a potom se snižuje počet presakrálních obratlů z 24 na 23, zatímco při **lumbalizaci S1** se počet presakrálních obratlů zvyšuje. Os sacrum může mít otevřený canalis sacralis v důsledku neúplného vývoje oblouku a trnových hrbolků (spina bifida).

1.5. Spojení na páteři

Na páteři se vyskytují všechny typy spojení kostí: synchrondrózy, syndesmózy, synostózy i diarthrózy.

1.5.1. Meziobratlové destičky (disci intervertebrales)

Disky představují synchrondrózy páteře. Jsou to chrupavčité destičky spojující terminální plochy těl presakrálních obratlů od C2 po os sacrum. Destiček je 23, tedy o jednu méně než obratlů, protože mezi C1 a C2 disk není. Velikost disku odpovídá vždy rozsahu

těl sousedních obratlů a tloušťka je v různých úrovních různá, ale také se mění v rámci jednoho disku. Nejtenčí disky jsou v horní části hrudní páteře, nejsilnější mezi lumbálními obratli. Disky krční a bederní páteře jsou vpředu vyšší a přispívají tak k lordóze, u hrudní páteře jsou disky stejné tlusté vpředu i vzadu, takže se na tvorbě kyfózy nepodílejí. Celková výška všech destiček představuje asi pětinu až čtvrtinu celé délky páteře.

Každá destička je tvořena vazivovou chrupavkou a má dvě části: zevní, **anulus fibrosus**, a vnitřní, **nucleus pulposus** (obr. 1.10.). Anulus fibrosus tvoří prstenec cirkulárně probíhajících lamel vazivové chrupavky, jejichž vlákna jsou orientována určitým směrem a probíhají pod určitým sklonem. Vlákna sousedících lamel se kříží pod úhlem 30–80° (podle úseku páteře). Okrajové zóny disků jsou velmi pevnými svazky vazivových vláken připojeny k periostu obratlových těl a k podélným vazům páteře. Vnější vlákna disků se kříží kraniokaudálně a zvyšují tak pevnost. Nucleus pulposus je po narození velké měkké jádro z mukoidního materiálu. Obsahuje buňky chorda dorsalis, které však vymizí v první dekádě života. Nestlačitelná tekutina jádra tvoří jakési ložisko, kolem kterého se obratle při pohybech naklánějí. Anulus fibrosus je přitom na jedné straně stlačován a na opačné natahován. Nucleus pulposus leží blíže dorzálnímu okraji disku a při pohybech se poněkud posunuje ke straně natahované. Mukoidní materiál je s věkem nahrazován vazivovou chrupavkou, takže je jádro stále méně odlišitelné od okolního fibrózního prstence. Obsah tekutiny v nucleu pulposu se také mění během dne. Disky adherují k hyalinním chrupavkám, které leží uvnitř epifýzového prstence na terminálních plochách obratlů a společně s nimi tvoří **intervertebrální symfýzy** (obr. 1.11.). Disky mají cévy pouze do 8. roku věku, pak je výživa závislá na difúzi z okolí. K difúzi může docházet dvěma cestami:

- obousměrným tokem tekutiny mezi diskem a sousedními těly obratlů,
- difúzi z cév na povrchu anulus fibrosus.

U krčních obratlů vystupuje na laterálních okrajích horní terminální plochy těla processus uncinatus (uncus). V disku při hrotu uncus se mohou bilaterálně vytvářet dutiny vyplněné synoviální tekutinou, které byly popsány jako unkovertetrální klouby, **articulationes uncovertebrales (Luschkae)**.

Kromě meziobratlových disků jsou na páteři nepohyblivé synchrondrózy mezi S5 a Co1, kde může být u mladých lidí, zvláště u žen, vytvořena kloubní dutina, a někdy mezi Co1 a Co2.

1.5.2. Syndesmózy páteře

Vazivová spojení na páteři můžeme rozdělit na dlouhé vazy, probíhající po celé délce páteře, a krátké vazy,

spojující oblouky a výběžky sousedních obratlů (obr. 1.12.). Mezi dlouhé vazy patří **ligamentum longitudinale anterius** a **ligamentum longitudinale posterius**. Ligamentum longitudinale anterius je silný vaz, který začíná na pars basilaris ossis occipitalis a běží po přední straně obratlových těl až na os sacrum. Zatímco kraniálně je úzké, kaudálně se rozšiřuje a v hrudní oblasti je tlustší než na páteři krční a bederní. Vaz je širší v rozsahu intervertebrálních disků, ale užší na tělech. Zatímco vlákna vazů silně adherují k meziobratlovým diskům a okrajům obratlů, jsou volněji připojena k tělům obratlů a vyplňují přední konkavity obratlových těl. Vaz má několik vrstev, povrchová vlákna překračují 3–4 obratle, střední 2–3 a nejhlubší spojují sousední obratle a mísí se s periostem a vlákny anulus fibrosus. **Ligamentum sacrococcygeum anterius** je kaudálním pokračováním vazů na přední stranu kosti kostrční.

Ligamentum longitudinale posterius leží v páteřním kanálu na zadní straně obratlových těl, táhne se od C2 k os sacrum. Kraniálně pokračuje jako membrana tectoria. Jeho lesklá vlákna jsou připojena k meziobratlovým diskům a okrajům obratlových těl, ale oddělena od těl bazivertebrálními žilami a žilními spojkami, které ústí do plexus venosi vertebrales interni. V krční a horní hrudní oblasti je vaz široký a rovnoměrně široký, kdežto v dolní hrudní a bederní oblasti je širší v rozsahu disků a užší na povrchu těl. Má podobně jako přední vaz povrchová vlákna, která přemostují 3–4 obratle, a hlubší, spojující sousední obratle a mísící se s vlákny anulus fibrosus. Vaz je ovšem v bederním úseku poměrně úzký a nezajišťuje dokonale zábranu vysunutí meziobratlové destičky do páteřního kanálu, jak tomu je v jiných úsecích páteře. V bederních segmentech tedy vaz představuje »locus minoris resistentiae« osového skeletu a právě v bederní páteři se vyskytuje nejvíce výhřezů destiček. **Ligamentum sacrococcygeum posterius profundum** je kaudálním pokračováním tohoto vazů až na zadní stranu těl kostrčních obratlů.

Ligamentum sacrococcygeum posterius superficiale se táhne uprostřed po zadním povrchu kosti křížové, od crista sacralis mediana přes cornua sacralia na kostrč a cornua coccygea a uzavírá hiatus sacralis.

Krátké vazy páteře zahrnují **ligamenta flava (interarcualia)**, **ligamenta intertransversaria** a **ligamenta interspinalia**. Ligamenta flava spojují lamely sousedních obratlů a uzavírají tak zezadu páteřní kanál. Vynechávají však šterbinovitý prostor ve střední rovině pro spojky mezi vnitřními a vnějšími vertebrálními venózními plexy. Vazy jsou tvořeny žlutými elastickými vlákny probíhajícími kolmo od dolního předního okraje lamely horního obratle k hornímu zadnímu okraji lamely sousedního dolního obratle. Vazy jsou tenké v krční oblasti, tlustší v hrudní oblasti a nejtlustší v bederní části páteře. Napínají se při ohýbání páteře.

Ligamenta intertransversaria spojují příčné výběžky, jsou často tvořena několika vlákny mísícími se se svalovými vlákny hlubokých zádočných svalů, nejsilnější jsou mezi processus costarii bederních obratlů.

Ligamenta interspinalia jsou tenké vazy z kolagenního vaziva, spojující sousední trny obratlů. V krční oblasti jsou málo vyvinuté, zatímco mezi bederními trny jsou silné. Omezují rozevírání trnů při flexi páteře. Dorzálním pokračováním těchto vazů je **ligamentum supraspinale**, spojující hroty trnových výběžků od C7 až po os sacrum. Nejsilnější je v bederní páteři. Od C7 je kraniálním pokračováním tohoto vazů **ligamentum nuchae**, které se upíná na protuberantia occipitalis externa. Je to fibroelastické bilaminární intermuskulární septum, do kterého se upínají krční svaly a které se připojuje na tuberculum posterius atlantis a dále na mediální stranu rozvětvených konců trnových výběžků krčních obratlů. Mezi oběma vrstvami vazů je úzký prostor vyplněný řídkým vazivem.

Synostózy páteře jsou reprezentovány kostí křížovou a kostrční. Chrupavka spojující křížové obratle je nahrazována kostí kolem 20. roku, kost křížová osifikuje až do 30. roku. V pozdním věku může srůst kost křížová s kostrčí.

1.5.3. Kloubní spojení

1.5.3.1. Articulationes intervertebrales

Meziobratlové klouby, **articulationes intervertebrales (zygapophysiales)**, jsou klouby mezi processus articulares. Kloubní plochy mají různý tvar podle úseků páteře. Tvar kloubních ploch společně s výškou intervertebrálního disku určuje druh a rozsah pohybů v daném úseku páteře. Kloubní pouzdra jsou tenká a volná, připojená na okraje kloubních plošek. V krčním úseku jsou kloubní pouzdra nejvolnější, v hrudním úseku nejpevnější. Mediálně se pouzdra dotýkají ligamenta flava. Téměř do všech kloubů vybíhají z pouzdra meniskoidní útvary synoviální membrány, které vyrovnávají inkongruentní zakřivení kloubních ploch.

1.5.3.2. Kraniovertebrální spojení

Kraniovertebrální spojení je systém kloubů a vazů spojujících kost týlní s atlasem a axisem.

Kost týlní s atlasem spojuje **articulatio atlantooccipitalis**. Je to párový kloub mezi kondyly týlní kosti a foveae articulares superiores atlasu. Kloubní pouzdra jsou silnější vzadu a laterálně. Horní okraje oblouků atlasu jsou spojeny s okrajem foramen magnum na kosti týlní také dvěma membránami, **membrana atlanto-**

tooccipitalis anterior a ***membrana atlantooccipitalis posterior***. Vazivo obou membrán se mísí s vlákný kloubních pouzder atlantooccipitálního kloubu a zadní membrána uzavírá s atlasem otvor pro a. vertebralis, venózní pletěň a první krční nerv. Okraj tohoto otvoru může osifikovat. Kloub je elipsový s možnými pohyby kývavými – flexí a extenzí – a dále mírnými laterálními úklony.

Atlas je spojen s druhým krčním obratlem třemi klouby: nepárovým ***articulatio atlantoaxialis mediana*** a párovým ***articulatio atlantoaxialis lateralis***. Articulatio atlantoaxialis mediana je kloubní spojení mezi dens axis a předním obloukem atlasu. Zezadu je dens přidržován k atlasu příčným vazem, ***ligamentum transversum atlantis*** (obr. 1.13a), který je v místě styku se zubem C2 zpevněn chrupavkou. Vaz je připevněn na mediální stranu massae laterales. Ve střední rovině směřují od vazů kraniálně k bazilární části týlní kosti i kaudálně k tělu C2 podélná vlákna, vytvářející tak s příčným vazem ***ligamentum cruciforme*** (obr. 1.13b). Na přední i zadní straně zubu je kloubní dutina. Obě dutiny mohou navzájem komunikovat a mohou být spojeny i s jednou nebo oběma dutinami atlantooccipitálního kloubu. Articulatio atlantoaxialis lateralis je párový kloub spojující processus articulares C1 a C2. Tento kloub je obvykle označován za plochý, ale tvar kloubních ploch je poněkud složitější; na ploškách je ve frontální rovině hrana způsobující vratkou polohu atlasu, který se tak může vedle otáčení i předozadně naklánět. Kloubní pouzdra se upínají na okraje styčných plošek, jsou volná, tenká a vystlaná synoviální membránou. Každé pouzdro má posterolaterálně akcesorní vaz upínající se na atlas vedle ligamentum transversum. Kloubní spojení zpevňují vazy, které se táhnou od dens axis k týlní kosti: ***ligamenta alaria*** a ***ligamentum apicis dentis***. Ligamenta alaria (viz obr. 1.13a,b) jsou silné vazy, které spojují posterolaterální strany apex dentis s mediálními stranami okcipitálních kondylů. U většiny osob se z vazů oddělují krátké svazky vazivových vláken, které se upínají do laterálních částí atlasu před ligamentum transversum. Asi u 10 % osob je také mezi okcipitálními kondylky příčný vaz, těsně nad příčným vazem atlasu, ***ligamentum transversum occipitale***⁽⁴⁾. Hlavní funkcí ligamenta alaria je omezení atlantoaxiální rotace; při rotaci doprava se napíná levý vaz, a naopak. Ligamentum apicis dentis (viz obr. 1.13a) je tenký vaz probíhající ve střední rovině od apex dentis k přednímu okraji foramen magnum mezi ligamenta alaria. Je oddělen vpředu od atlantooccipitální membrány a vzadu od ligamentum cruciforme tukovou tkání. ***Membrana tectoria*** (obr. 1.13c) je široký silný vaz, který ze strany páteřního kanálu kryje ligamentum cruciforme a je kraniálním pokračováním ligamentum longitudinale posterius. Povrchová vrstva této membrány vystupuje od atlasu

až nad foramen magnum, kde se mísí s vazivem dura mater. Hluboká vrstva membrány je rozdělena na silný střední svazek, který se připojuje k ventrálnímu okraji foramen magnum, a dva laterální svazky, které se mísí s vazivem atlantooccipitálních kloubních pouzder a také dosahují k foramen magnum. Membrána je oddělena od pod ní ležícího ligamentum cruciforme tenkou vrstvou řídkého vaziva a někdy burzou.

K pohybům dochází současně ve všech třech atlantoaxiálních kloubech a výsledkem je rotace atlasu okolo dens axis v rozsahu 29–54°⁽⁴⁾. Rotaci omezují hlavně ligamenta alaria a také akcesorní atlantoaxiální vazy.

1.5.3.3. Kostovertebrální spojení

Žebra jsou připojena k hrudním obratlům pomocí kloubů, ***articulationes costovertebrales*** (obr. 1.14.). Tyto klouby se dělí na klouby mezi hlavičkami žeber a těly obratlů, ***articulationes capitum costarium***, a klouby spojující hrbolky žeber s příčnými výběžky obratlů, ***articulationes costotransversariae***.

Hlavičky žeber se spojují s okraji těl sousedních obratlů a s intervertebrálními disky mezi těmito obratli. První, desáté, jedenácté a dvanácté žebro se spojuje pouze s odpovídajícím obratlem jednoduchým kloubem, u ostatních kloubů intraartikulárně vaz, ***ligamentum capitis costae intraarticulare***, dělí kloub na dvě dutiny. Tento vaz se připojuje na ***crista capitis costae*** a mediálně na meziobratlovou destičku. Vaz není v prvním, desátém, jedenáctém a dvanáctém kloubu. Na okraje mírně ovoidních kloubních plošek se připojuje fibrózní vrstva kloubního pouzdra, jehož vlákna probíhají přes meziobratlový otvor a mísí se vpředu se zadním povrchem disku a vzadu s kostotransverzálními vazy. Přední strana pouzdra je zesílena vazem, ***ligamentum capitis costae radiatum***, který se od hlavičky rozbíhá radiálně na oba sousední obratle a na přední stranu meziobratlového disku. U kloubu prvního žebra běží kraniální vlákna tohoto vazů na tělo C7, u desátého až dvanáctého žebra vaz dosahuje na tělo odpovídajícího obratle a nejbližšího horního obratle.

U kostotransverzálních kloubů naléhá kloubní ploška žebního hrbolku na kloubní plošku processus transversus. Kloubní pouzdro je tenké a je připojeno na okraje styčných plošek. Jedenáctá a dvanáctá žebra tato spojení nemají. Každý kostotransverzální kloub je zpevněn třemi kostotransverzálními vazy. ***Ligamentum costotransversarium*** vyplňuje šterbinu mezi krčkem žebra a přední plochou příčného výběžku mediálně od kostotransverzálního kloubu. ***Ligamentum costotransversarium laterale*** je krátký a silný vaz probíhající od hrotu příčného výběžku k hrbolku odpovídajícího žebra laterálně od kloubu. ***Ligamentum costotransver-***