



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERSITAS
OSTRAVIENSIS

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.

SPECIÁLNÍ A APLIKOVANÁ KINEZIOLOGIE

JANA VYSKOTOVÁ



PODPORA TERCIÁRNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ
STUDENTŮ SE SPECIFICKÝMI
VZDĚLÁVACÍMI POTŘEBAMI
NA OSTRAVSKÉ UNIVERZITĚ V OSTRAVĚ

CZ.1.07/2.2.00/29.0006

OSTRAVA, ZÁŘÍ 2013

Studijní opora je jedním z výstupu projektu ESF OP VK.

Číslo Prioritní osy:	7.2
Oblast podpory:	7.2.2 – Vysokoškolské vzdělávání
Příjemce:	Ostravská univerzita v Ostravě
Název projektu:	Podpora terciárního vzdělávání studentů se specifickými vzdělávacími potřebami na Ostravské univerzitě v Ostravě
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/2.2.00/29.0006
Délka realizace:	6.2.2012 – 31.1.2015
Řešitel:	PhDr. Mgr. Martin Kaleja, Ph.D.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Název: Speciální a aplikovaná kineziologie
Autor: Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D.

Studijní opora k inovovanému předmětu: *Kineziologie 2 (KRE/KINE2)*

Jazyková korektura nebyla provedena, za jazykovou stránku odpovídá autor.

Recenzent: *PhDr. Zdeňka Krhutová, Ph.D.*
Lékařská fakulta, Ostravská univerzita

© Jana Vyskotová
© Ostravská univerzita v Ostravě
ISBN 978-80-7464-438-2

OBSAH:

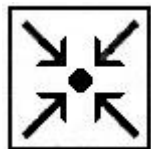
Úvod.....	6
1 Kineziologie a patokineziologie páteře	7
1.1 Funkční anatomie páteře	7
1.2 Kineziologie krční páteře	12
1.3 Kineziologie hrudní páteře	15
1.4 Kineziologie bederní páteře	20
1.5 Křížová kost a kostrč.....	22
1.6 Patokineziologie páteře	22
Shrnutí kapitoly	30
2 Kineziologie a patokineziologie oblasti pletence pánevního.....	33
2.1 Funkční anatomie pletence pánevního	33
2.2 Kineziologické aspekty	37
2.3 Patokineziologické aspekty	39
Shrnutí kapitoly	42
3 Kineziologie a patokineziologie kolenního kloubu	45
3.1 Funkční anatomie kolenního kloubu	45
3.2 Kineziologické aspekty	49
3.3 Patokineziologické aspekty	50
Shrnutí kapitoly	53
4 Kineziologie a patokineziologie oblasti nohy a hlezna	57
4.1 Funkční anatomie oblasti nohy a hlezna	57
4.2 Kineziologické aspekty	59
4.3 Patokineziologické aspekty	61
Shrnutí kapitoly	62
5 Kineziologie a patokineziologie pletence ramenního	65
5.1 Funkční anatomie pletence ramenního.....	65
5.2 Kineziologické aspekty	69
5.3 Patokineziologické aspekty	71
Shrnutí kapitoly	74
6 Kineziologie a patokineziologie loketního kloubu a předloktí	77
6.1 Funkční anatomie loketního kloubu a předloktí.....	77
6.2 Kineziologické aspekty	78
6.3 Patokineziologické aspekty	79
Shrnutí kapitoly	80
7 Kineziologie a patokineziologie oblasti ruky a zápěstí.....	83
7.1 Funkční anatomie ruky a zápěstí.....	83
7.2 Kineziologické aspekty	87
7.3 Patokineziologické aspekty	91
Shrnutí kapitoly	92
8 Kineziologie a patokineziologie orofaciální oblasti	95
8.1 Funkční anatomie orofaciální oblasti	95

8.2	Kineziologické aspekty	96
8.3	Patokineziologie orofaciální oblasti	100
	Shrnutí kapitoly	102
9	Kineziologické aspekty pohybových aktivit.....	105
9.1	Vliv zátěže na pohybový systém	105
9.2	Kineziologické aspekty pracovních aktivit	107
9.3	Patokineziologické aspekty	110
	Shrnutí kapitoly	112

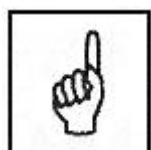
Vysvětlivky k používaným symbolům



Průvodce studiem – vstup autora do textu, specifický způsob kterým se studentem komunikuje, povzbuzuje jej, doplňuje text o další informace.



Příklad – objasnění nebo konkretizování problematiky na příkladu ze života, z praxe, ze společenské reality apod.



K zapamatování



Shrnutí – shrnutí předcházející látky, shrnutí kapitoly.



Literatura – použitá ve studijním materiálu, pro doplnění a rozšíření poznatků.



Kontrolní otázky a úkoly – prověřují, do jaké míry studující text a problematiku pochopil, zapamatoval si podstatné a důležité informace a zda je dokáže aplikovat při řešení problémů.



Úkoly k textu – je potřeba je splnit neprodleně, neboť pomáhají k dobrému zvládnutí následující látky.



Korespondenční úkoly – při jejich plnění postupuje studující podle pokynů s notnou dávkou vlastní iniciativy. Úkoly se průběžně evidují a hodnotí v průběhu celého kurzu.



Otázky k zamyšlení



Část pro zájemce – přináší látku a úkoly rozšiřující úroveň základního kurzu. Pasáže i úkoly jsou dobrovolné.

Úvod

Vážení čtenáři,

tato opora je určena studentům bakalářského studijního oboru fyzioterapie a ergoterapie. Navazuje na studijní oporu Úvod do obecné a vývojové kineziologie. Cílem je podat teoretické poznatky nutné k pochopení základních principů fungování jednotlivých segmentů pohybového systému a aplikovat je v klinické praxi.

Věřím, že Vám opora bude účinným pomocníkem při Vašem studiu a přípravě ke státní závěrečné zkoušce. Předpokladem úspěšného studia tohoto předmětu jsou předchozí získané znalosti z předmětů anatomie, fyziologie, biomechanika a rehabilitační propedeutika. Tato opora však nemůže nahradit studium odborných knih, jejichž seznam najdete v doporučené literatuře. Najdete v ní pouze základní informace o probíraných tématech. Získáte tak základní kostru, kterou musíte studiem dalších zdrojů rozšířit, abyste mohli získané teoretické informace úspěšně použít v kinezioterapeutické praxi.

K prostudování a splnění korespondenčních úkolů budete potřebovat asi 20 hodin. Jednotlivé symboly a marginálie použité v textu Vám mají zjednodušit orientaci v textu. Kontrolní otázky slouží jako zpětná vazba a kontrola porozumění prostudované problematice. Doporučená literatura je určena k podrobnějšímu studiu dané oblasti.

Po prostudování textu budete znát:

- základní údaje o přirozeném pohybu v jednotlivých segmentech pohybového systému (páteře, končetin a orofaciální oblasti),
- vybrané výstupy do klinické praxe,
- základní informace o patokineziologii v daných segmentech.

Získáte:

- teoretické podklady pro porozumění kinezioterapeutickým postupům používaných ve fyzioterapii a ergoterapii.

1 Kineziologie a patokineziologie páteře

V této kapitole se dozvíte:

- základní údaje o kineziologii páteře a patokineziologických aspektech působících zde a způsobujících poruchy funkce a onemocnění páteře.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat jednotlivé struktury tvořící páteř;
- vysvětlit principy motoriky jednotlivých segmentů páteře a jejich vzájemného ovlivňování;
- objasnit vybrané patokineziologické děje v jednotlivých segmentech páteře.

Klíčová slova kapitoly: páteř, krční páteř, hrudní páteř, bederní páteř, křížová kost, kostrč, kineziologie páteře, kineziologie a patokineziologie krční páteře, kineziologie a patokineziologie hrudní páteře, kineziologie a patokineziologie bederní páteře.

Průvodce studiem

V této kapitole se dozvíte základní údaje, týkající se kineziologických a patokineziologických aspektů páteře jako celku i jednotlivých částí. Páteř tvoří osu organismu a hraje důležitou roli v posturálně-lokomočních funkcích. Proto věnujte této kapitole náležitou pozornost. Vše si ověřujte v doporučené literatuře a dalších zdrojích. Přemýšlejte o získaných informacích a zasazujte si je do patřičného kontextu, abyste je mohli využít ve své budoucí praxi. Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 4 hodiny, tak se pohodlně usadte a nenechte se nikým a ničím rušit.



1.1 Funkční anatomie páteře

Páteř je nosná osa těla. Je značně pohyblivá, ale současně zajišťuje dostatečně tuhou oporu pro manipulační a lokomoční pohyby. Vzhledem k esovitému

zakřivení páteřního sloupce je schopna absorbovat určité množství deformační energie.



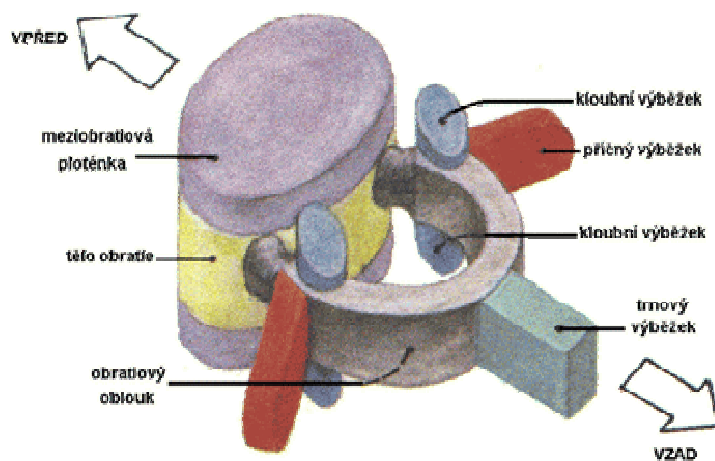
Základní funkční jednotka páteře je **pohybový segment** – skládá se ze sousedících polovin obratlových těl, páru meziobratlových kloubů, meziobratlové destičky, fixačního vaziva a svalů. Z funkčního hlediska má pohybový segment páteře tři základní komponenty: nosnou, hydrodynamickou a kinetickou.

- **nosná a pasivně fixační komponenta** – obratle a páteřní vazy;
- **hydrodynamická komponenta** – meziobratlové destičky a cévní systém páteře;
- **kinetická a aktivně fixační komponenta** – klouby a svaly.

1.1.1 Nosná a pasivně fixační komponenta

Páteř je tvořena obratli. Každý obratel má tělo, obratlové výběžky a oblouk obratle.

- **Oblouk obratle** má ochrannou funkci a je místem začátku páteřních vazů (ligg. interarcualia), které dotvářejí a uzavírají páteřní kanál s míchou.
- **Obratlové výběžky** mají dvojí funkční uplatnění: proc. articulares jsou kloubními konci meziobratlových kloubů, proc. transversi a proc. spinosi slouží jako místa začátku vazů fixujících obratle a svalů zajišťujících pohyblivost páteře.



Obr. 1 Schéma obratle (převzato z Jedlička, Keller et al., 2005).

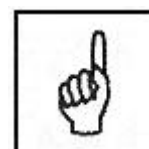
Vazivové spoje páteře – jsou **pasivní částí nosné komponenty** segmentu. Páteř je fixována dlouhými (přední a zadní podélný vaz) a krátkými vazy (vazy spojující oblouky a výběžky sousedních obratlů).



- **Přední podélný vaz (lig. longitudinale anterius)** probíhá po přední ploše obratlových těl od předního oblouku atlasu až na přední plochu křížové kosti. Svazuje a zpevňuje prakticky celou páteř. Napíná se při retroflexi a brání ventrálnímu vysunutí meziobratlové destičky.
- **Zadní podélný vaz (lig. longitudinale posterius)** jde po přední stěně páteřního kanálu – od týlní kosti až na křížovou kost. Zpevňuje páteř, napíná se při anteflexi a brání ventrálnímu vysunutí meziobratlové destičky do páteřního kanálu (nejhůře zajištěno v bederním úseku, kde je vaz nejužší – jedná se o tzv. „*locus minoris resistentiae*“).
- **Žluté vazy (ligg. flava, ligg. interarcualia)** jsou elastická vlákna spojující oblouky sousedních obratlů, uzavírající páteřní kanál a doplňující meziobratlové otvory. Stabilizují pohybové segmenty páteře při předklonu, svoji pružností umožňují návrat segmentu do vzpřímené polohy.
- **Interspinální vazy (ligg. interspinalia)** spojují trnové výběžky obratlů. Jsou tvořeny kolagenními vlákny, která mají podstatně nižší pružnost než elastická vlákna žlutých vazů. Výrazně omezují rozevírání trnových výběžků. Při anteflexi páteře se napínají a předklon tak omezují. Jde o „posturální vazy“, které svým napětím napřimují pohybové segmenty páteře.
- **Lig. nuchae** napomáhá fixaci lebky ve vzpřímené poloze.

1.1.2 Hydrodynamická komponenta

Meziobratlové destičky (disci intervertebrales) jsou chrupavčité útvary spojující sousedící plochy obratlových těl. Jedná se o disky vazivové chrupavky obalené tuhým kolagenním vazivem. Na plochách, kterými destička sousedí s kompaktní obratlového těla, se nachází vrstvička hyalinní chrupavky. Chrupavku tvoří fibroblasty, chondroblasty a buňky tzv. jádra destičky (chordové buňky).



Celkový počet destiček je 23. První se nachází mezi obratli C2 a C3, poslední je mezi tělem obratlů L5 a S1. Destičky se velmi významně podílejí na výsledné výšce těla.

- **Anulus fibrosus** tvoří kolagenní vlákna lamelárně uspořádaných vazivových prstenců. Vlákna sousedících lamel se zhruba pod pravým úhlem kříží, takže v rámci celého disku vzniká komplikovaná trojrozměrná struktura, odolná vůči zatížení ve třech základních rovinách. Lamely jsou početnější na předním obvodu disku; vzadu a v bočních partiích je jich méně.
- **Nucleus pulposus** je kulovité huspeninovitě jádro. Na povrchu jádra je pevnější vazivový obal tvořený kulovitou lamelou anulus fibrosus. Vlastní hmotu jádra tvoří velké, vodnaté buňky („chordové“ buňky), uložené v očích sítě retikulárních vláken. Ve štěrbinách mezi buňkami, je uvnitř vazká tekutina.

Funkce destiček: intervertebrální disky jsou hydrodynamické tlumiče, absorbující statické a dynamické zatížení páteře. Disky, těla obratle, okolní vazivo a cévy páteře tvoří osmotický systém, ve kterém se při zatížení a odlehčení velmi intenzívně vyměňuje voda a ve vodě rozpustné látky.



Osmotický systém:

- hyalinní chrupavka na kontaktních plochách disků se chová jako polopropustná membrána, přes kterou při odlehčení (pod 800 N) proudí do vazivových prstenců ve vodě rozpuštěné cukry, ionty a menší molekuly dalších látek.;
- proudění je obousměrné a je mj. závislé na tlakových poměrech v celém systému;
- uvnitř disku je tlak podstatně vyšší než v okolí. Tekutina disku má spontánní tendence odtékat do žilního systému okolních struktur;
- tlakový mechanismus cirkulace je doplněn mechanismem založeným na rozdílech vazebné kapacity pro vodu. Makromolekuly amorfní hmoty meziobratlové chrupavky (mukopolysacharidy) jsou silně hydrofobické a poměrně pevně vážou obrovské množství vody. Jejich vazebná kapacita se dokonce při určitém zatížení destičky zvětšuje.

Dynamická rovnováha mezi vazbou vody a jejím vytlačování do žilních pletení, udržuje celý systém ve stavu pružného napětí.

Zatížení obratlů

Obratle tvoří soustava dvou typů kostí: spongiózní a kompaktní. Kompaktní část obratle přenáší 45–75 % vertikálního zatížení působícího na obratel. Spongiózní část nese zbývající zatížení. Mezi jednotlivými úseky páteře jsou z hlediska mechanické odolnosti obratlových těl velké rozdíly. Hlavní zatížení nesou masivní těla bederních obratlů a těla dolních hrudních obratlů. Pevnost těla obratle na tlak působící v osovém směru je 5–7x větší než pevnost na tlak působící v bočním nebo předozadním směru. Redukce a přestavba spongiózy (osteoporóza) výrazně snižuje mechanickou odolnost. Nejzatíženějším segmentem páteře je segment L5/S1, kde se na malé styčné ploše koncentruje zatížení dané mj. hmotností celé horní poloviny těla.

- **Při statickém zatížení disku:** diskus se chová jako destička složená z pružných koncentrických prstenců, v jejichž středu je prakticky nestlačitelný nucleus pulposus. Prstence se napínají a diskus se rovnoměrně oplošťuje.
- **Při dynamické zatížení disku:** obratle se vždy naklánějí a chrupavka je zatěžována nerovnoměrně. Tím, že jádro je pevně uzavřeno ve vnitřním prstenci, je při pohybu obratlů jen nepatrně posunováno a anulus fibrosus je na jedné straně stlačován a na opačné straně namáhán v tahu. Jádro se přitom sune od stlačované strany ke straně natahované.



1.1.3 Kinetická a aktivně fixační komponenta

Meziobratlové klouby jsou klasické synoviální klouby mezi proc. articulares krčních, hrudních a bederních obratlů. Kloubní plochy výběžků mají variabilní tvar i sklon. Pouzdra jednotlivých kloubů jsou poměrně volná – nejvolnější jsou v krčním a bederním úseku, v hrudním úseku jsou nejkratší. Synoviální výstelka kloubů tvoří drobné řasy (meniskoidy), vyrovnávající tvarové rozdíly kloubních ploch a redukující prostor kloubní dutiny na kapilární štěrbinu

Funkce

- významná role při zajištění pohybu sousedících obratlů,
- menší význam z hlediska nosnosti,
- je-li zatížení páteře doprovázeno pohybem, tvoří meziobratlové klouby a meziobratlové destičky funkční jednotky.

Svalový korzet pomáhá udržet správné držení páteře a trupu.

Pohyblivost páteře

Pohyblivost jednotlivých úseků páteře je dána součtem drobných pohybů meziobratlových kloubů a mírou stlačitelnosti meziobratlových destiček. Páteř může vykonávat čtyři základní typy pohybů:

- předklony (anteflexe) a záklony (retroflexe),
- úklony (lateroflexe),
- otáčení (rotace, torze),
- pérovací pohyby.

1.2 Kineziologie krční páteře



Krční páteř je nepohyblivější úsek páteře. Nachází se zde největší množství anatomicky diferencovaných svalů zajišťujících stabilitu i pohyblivost této oblasti. Nejvíce namáhanou částí celé páteře je přechod krční páteře do hrudní páteře (C/Th přechod).

Krční páteř je klíčovým místem v řízení pohybu osového orgánu. Je to velmi flexibilní struktura, která podpírá hlavu a vytváří ochranu pro spinální míchu a další struktury jako krční tepny, vnitřní jugulární žíly a krční část sympatického kmene autonomního nervového systému (ANS).

Typické uspořádání kloubních plošek krční páteře umožňuje pohyb hlavy v prostoru. Svaly a vazy vytvářející stabilizační struktury a drží nepohyblivou hlavu. Kranio-cervikální přechod je často zdrojem potíží a je významný v diferenciální diagnostice poruch zadní jámy lební, horní krční páteře a vestibulárního aparátu.

Funkce krční páteře:

- zajišťuje postavení hlavy pro potřeby vidění,
- sycení, řečová a mimická komunikace,
- sekvenční část (C3–C/Th) má dynamickou funkci,
- má vztah k horním končetinám,
- hluboké šíjové reflexy ovlivňují tonus posturálního svalstva.



Krční páteř má dvě zakřivení – větší lordotickou křivku v oblasti dolní krční páteře a menší křivku s opačným zakřivením v oblasti horní krční páteře. Obě části tvoří samostatnou jednotku (dvě funkční oblasti): kraniální iniciální část (C1, C2) a kaudální sekvenční část (od C3 po C/Th přechod).

Kraniální část (horní krční sektor) zahrnuje atlantookcipitální (AO) spojení a sahá od prvního krčního ke 3.–4. krčnímu obratli. Jedná se o oblast lebeční báze se všemi spoji lebky a osového skeletu, čelistní klouby a celou mechaniku žvýkání. Horní krční sektor je dominantním a řídicím článkem celého axiálního systému těla. Sledovaný objekt je fixován zrakem. Pokud se pohybuje, je nejdříve sledován pohybem očí a následně i hlavy. Vlastním iniciačním momentem je podráždění proprioreceptorů v kloubních pouzdrech intervertebrálních spojů, ve vazech páteře a proprioreceptorů svalů příslušní skupiny.



- **Atlas (C1)** je první krční obratel, na jehož horní kloubní plochy naléhají kondyly týlní kosti a vytvářejí spolu atlantookcipitální skloubení (AO). S druhým krčním obratlem je spojen pomocí atlantoaxiálního skloubení (AA). Jedná se o tzv. transmisní obratel.
- **Čepovec – Axis (C2)** je masivní obratel nesoucí poměrně velkou hmotnost hlavy. Je součástí atlantoaxiálního spojení, které spolu s AO skloubením vytváří tzv. „kardanový“ závěs hlavy.
- **Kraniovertebrální spojení** je soubor tří kloubů a vazů, které spojují týlní kost a atlas a atlas s axisem:
 - **articulatio atlantooccipitalis** spojuje týlní kost s atlasem,
 - **articulatio atlantoaxialis mediana** spojuje atlas a dens axis,
 - **articulatio atlantoaxialis lateralis** spojuje atlas a axis.

Pohyby v AO skloubení:

- drobné **kývavé pohyby** v předozadním směru (kyvy) pomocí krátkých subokcipitálních svalů. Pohyb se realizuje kolem spojnice zadních okrajů pr. mastoidei;
- nepatrné **stranové posuny** kondylů v jamkách atlasu v rozsahu asi 20°;
- **předsuv hlavy** – posunem kondylů po kloubních plochách atlasu, který vyvolává současně kontrakce mm. sternocleidomastoidei.

Pohyby v AA skloubení:

- **rotační pohyby** v rozsahu 30–40° okolo dens axis (čep, kolem kterého se otáčí atlas a lebka. Otáčení atlasu kolem dens axis není „čistý“ pohyb v horizontální rovině. Na zubu je lehce konvexní kloubní ploška, která při rotacích vyvolává šroubovitý pohyb atlasu.
- Drobný pohyb v AA skloubení, pohyb spojů C2/C3 aktivuje celý systém včetně flekčních pohybů pánve (změny těžiště) a aktivace svalových skupin dolních končetin, zahrnující i změny tvaru nožní klenby. Má také významný vztah k strukturám CNS, které zasahují do řízení motorických funkcí, především k vestibulárním jádrům prodloužené míchy a k mozečku.



Sekvenční část (dolní krční oblast) – cervikobrachiální – tvoří ji segmenty C3/4 až Th4/5. Nejporuchovějším místem sektoru je lokalita C3 a C5/6 – přechodové segmenty různě pohyblivých oddílů axiálního systému. Má vztah k inervaci horních končetin, dýchacích svalů (mezižeberní svaly, bránice), k cévnímu zásobení míchy, prostřednictvím míšních nervů i k autonomní inervaci řady orgánů. Sklon kloubních plošek kaudálně klesá (C2–C3 45°, C–Th přechod 10°). Důležité jsou **unkovertebrální skloubení** („koleje“ pro flexi/extenzi).

Pohyby krční páteře a svaly

- **Anteflexe** (35–45°): m. longus capitis, m. longus colli, m. rectus capitis anterior a mm. scaleni. Pomocnými svaly jsou mm. sternocleidomastoidei. Pohyb stabilizují: m. pectoralis major a extenzory dolní krční a horní hrudní páteře.

- **Retroflexe** (35–45°): m. trapezius, m. erector trunci (capitis) a subokcipitální svaly. Pomocnými svaly jsou mm. sternocleidomastoidei.
- **Lateroflexe – inklinace** (45°): jednostranně se kontrahující svaly, které jinak zabezpečují anteflexi a retroflexi krční páteře: m. longus capitis a colli, m. rectus capitis anterior, mm. scaleni, m. sternocleidomastoidei, m. trapezius a hluboké zádové svaly. Stabilizačními svaly jsou mm. rhomboidei a svaly na rozhraní krční a hrudní páteře.
- **Rotace** (60–80°): m. sternocleidomastoideus (opačné strany), svaly spinotransversálního systému (stejně strany) a svaly transversospinálního systému (opačné strany). Pomocnými svaly jsou mm. scaleni (stejně strany) a m. trapezius (stejně strany). Pohyb stabilizují: mm. rhomboidei a svaly na přechodu hrudní a bederní páteře. Rotace a inklinace se dějí současně, jedná se o kombinovaný pohyb.

1.3 Kineziologie hrudní páteře

Hrudní páteř je nejdelší úsek páteře. Její dlouhý oblouk se nejvíce podílí na tlumení nárazů ve svislém směru (např. při chůzi, běhu, při sezení na koni nebo v dopravních prostředcích). Pohyblivost Th páteře omezuje hrudník (žebra, hrudní kost, klíční kost).



Funkce Th páteře:

- **C/Th přechod (C6–Th4):** dynamická funkce,
- **Th5–Th9:** statická funkce,
- **Th–L přechod(Th10–L2):** dynamická funkce,
- **žebra**– horní rozšiřují koš ventrodorsálně, dolní latero-laterálně.

Pohyby v Th páteři:

- **rotace** (velké v C-Th a Th-L přechodu na úkor flexe a extenze) – kloubní plošky podobně orientované, souvisí s kvadrupedální lokomocí;
- **extenze, flexe a inklinace** menší;

- **v kostosternálním skloubení** – minimální translační pohyb.



Kostra hrudníku se skládá z 12 hrudních obratlů, 12 párů žeber, které jsou kloubně připojeny k hrudním obratlům a sternu. Prvních 7 párů žeber je skloubeno se sternem, další 3 páry dosahují k žebrům předcházejícím a poslední dva páry žeber končí volně ve svalovině hrudníku. Kostí hrudníku jsou navzájem spojené klouby, chrupavkami, vazy a společně se svaly ohraničují hrudní dutinu – *cavitas thoracis*. Ta kraniálně komunikuje s prostory a útvary krku, kaudálně je bránicí oddělena od dutiny břišní.

Spojení hrudníku zahrnují spojení žeber s páteří (*artt. costovertebrales*), skloubení pravých žeber se sternem (*artt. sternocostales*), skloubení nepravých žeber s chrupavkami žeber předchozích (*artt. costochondrales*), skloubení žeberních chrupavek navzájem (*artt. interchondrales*) a ligamenta, která veškeré tyto skloubení zpevňují. *Articulationes costovertebrales* jsou dvojí – skloubení těl obratlů s hlavicemi žeber (*artt. capitum costarum*) a spojení příčných výběžků obratlů s hrbolky žeber (*artt. costotransversariae*).

Hrudní svaly (*mm. thoracis*) jsou děleny na tři svalové skupiny – svaly thorakohumerální, hluboké hrudní svaly a bránice (*diafragma*).

Thorakohumerální svaly – (tzv. „*končetinové svaly hrudníku*“) se uplatňují především při pohybu horních končetin, ale pokud je horní končetina fixována, působí naopak – zdvihají a rozšiřují hrudník. Tyto svaly začínají na hrudníku a upínají se na skelet horních končetin – *m. pectoralis major*, *m. pectoralis minor*, *m. subclavius* a *m. serratus anterior*.

Hluboké hrudní svaly (autochtonní svaly) zahrnují *m. intercostales* a *m. transversus thoracis*. Jsou uloženy především v mezižeberních prostorech.

- **Mm. intercostales externi** vyplňují mezižeberní prostory a spojují protilehlé okraje žeber. Začínají těsně u páteře, od dolního okraje žebra, sestupují po boční straně hrudníku dolů a vpřed a připojují se k hornímu okraji následujícího žebra. Jsou významnou elastickou komponentou a provádí elevaci žeber – inspirační svaly.
- **Mm. intercostales interni** – průběh jejich snopců je opačný na rozdíl od *mm. intercostales externi*, začínají na horním okraji žebra, vystupují

šikmo nahoru a vpřed a upínají se na kaudální okraj předcházejícího žebra. Provádí deprese žeber – expirační svaly.

- **Mm. intercostales intimi** začínají od horního okraje žebra stejně jako mm. intercostales interni, s nimiž mají stejný průběh i funkci.
- **M. transversus thoracis** je plochý sval na vnitřní straně sternu. Jeho snopce se rozbíhají od sternu a od chrupavek čtvrtého až sedmého žebra, upínají se na zevní konec chrupavek druhého až šestého žebra. Stahuje žebra kaudálně – expirační sval.

Diaphragma (bránice) je plochý sval oddělující dutinu hrudní od dutiny břišní a kopulovitě se vyklenuje nesouměrnou pravou a levou klenbou do hrudní dutiny. Pravá klenba brániční sahá do výše 4. mezižebří a levá do výše 5. mezižebří. Úponová šlacha bránice – centrum tendineum má tvar trojlístku.



- **Pars lumbalis** začíná od bederní páteře snopci zvanými crux dextrum et sinistrum, dále pak laterálněji od vazivových obloučků lig. arcuatum mediale et laterale. Mediální oblouček překračuje m. psoas major jako tzv. psoatická arkáda, laterální oblouček m. quadratus lumborum jako kvadratická arkáda. Oba oblouky se kraniálně před páteří kříží a vytvářejí otvor – hilus aorticus, kterým prochází aorta a mízovod. Snopce crux mediale dextrum se vlevo od páteře rozestupují a vytvářejí protáhlý hiatus oesophagus, kterým prochází jícnem a nn. vagi. Ventrálně vpravo v centrum tendineum je okrouhlé foramen venae cavae, kterým prochází stejnojmenná žíla. Štěrby a prostupy v bránici představují zeslabená místa.
- **Pars costalis** je nejrozsáhlejší část bránice. Začíná od chrupavek 7.–12. žebra.
- **Pars sternalis** – je nejmenší část bránice.

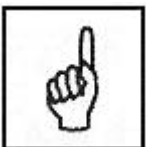
Bránice je hlavní inspirační sval, zajišťuje téměř 60% objemu vdechovaného vzduchu. Přes své dominantní postavení je bránice jen jednou ze součástí funkčního komplexu inspiračních svalů. Dále se podílí na vytváření břišního lisu. Kontrakce bránice zvětšuje tři rozměry hrudníku a díky tomu je sama schopna zajistit veškeré inspirační funkce. Jednotlivé části bránice se mohou aktivovat i izolovaně a měnit tvar jednotlivých sektorů hrudníku a břišní stěny. Při kontrakci dojde k oploštění bráničních klenb a centrum tendineum se

posouvá dolů. Zvětšují se rozměry hrudní dutiny, prohlubuje se podtlak v pohrudniční dutině a do rozpínajících plic je nasáván vzduch. Inspiračním pístitvým pohybem bránice se přenáší tlak na břišní orgány, svaly pánevního dna a stěnu břišní dutiny. Pánevní dno působí při nádechu jako rezistentní protějšek bránice a břišní stěna se proti tomu vyklenuje poměrně snadno. Také při expiraci je mezi bránicí a oběma svalovými komplexy dynamická rovnováha zabezpečující plynulý průběh respiračních pohybů.

Dýchací svaly tvoří jeden funkční celek. Z hlediska mechanismu dýchacích pohybů se dělí:

- **Primární inspirační svaly:** mm. intercostales a m. diaphragma.
- **Auxiliární inspiračními svaly:** mm. scaleni, mm. suprahyoidei a infrahyoidei, m. sternocleidomastoideus, mm. pectorales, m. serratus anterior, m. serratus posterior superior, m. latissimus dorsi (jen při abdukci paže) a m. iliocostalis (viz příslušné svalové skupiny).
- **Primární expirační svaly:** mm. intercostales interni a m. transversus thoracis
- **Auxiliární expirační svaly:** mm. abdominis, m. iliocostalis, m. erector spinae, m. serratus posterior inferior a m. quadratus lumborum.

Primární expirační svaly jsou poměrně málo účinné. Expirium je převážně pasivní proces, který je zajišťován pružností plicního vaziva a elasticitou hrudní stěny. Vydechujeme-li bez odporu tj. s otevřenými ústy, postačí pružnost všech dýchacích komponent a gravitační síla působící na vzpřímený trup. Při výdechu nosem se expirační svaly již mírně aktivují. Auxiliární expirační svaly se uplatňují při dýchání proti odporu. Obecně však platí, že expirium je u zdravého člověka méně energeticky náročné než inspirium.



Tvar hrudníku je dán především sklonem žeber a jejich zakřivením. Novorozenec má kuželovitý tvar hrudníku s téměř kruhovým tvarem průřezu. K jeho oploštění, bočnímu vyklenutí a prominenci páteře dochází až po narození, postupně s napřimováním těla a chůzí. V dospělosti se rozlišuje astenický a soudkovitý tvar hrudníku.

- **Astenický hrudník** je dlouhý, charakterizovaný výrazným předozadním oploštěním, svěšenými žebry a úzkými mezižebními

prostory. Vyznačuje s poměrně značným rozdílem délky obvodu hrudníku při vdechu a výdechu a poměrně dobrou ventilační výkonností.

- **Soudkovitý hrudník** je přímý opak hrudníku astenického. Jsou pro něj typická horizontálně probíhající žebra a široké mezižeberní prostory. Hrudník má malou ventilační výkonnost a jeho nastavení je v trvalém inspiračním postavení.

Pohyby žeber – zásadní význam pro pohyb má zakřivení žeber. Žebra jsou zakřivena trojím způsobem – plošně na obvodu hrudníku, podle dolní hrany a torzí žebra. Při pohybech žeber při dýchání dochází k jejich elevaci, depresi a rotaci kolem osy kostovertebrálních kloubů. Přední konce žeber společně se sternem se pohybují v předozadním směru a zvětšují hrudní dutinu. Tento pohyb je největší u šestého až osmého žebra. Osa žeberního krčku se u dolních žeber sklání dozadu a zevně. Díky tomu se při pohybu dolních žeber rozšiřuje hrudní dutina i v příčném směru.

Kinematika hrudních sektorů

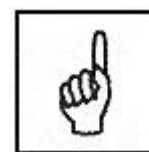
Vzhledem k různému průběhu osy rotace tzv. horních a dolních žeber je pohyb hrudníku jako celku velmi komplikovaný a individuálně značně variabilní. Rozeznáváme tři hrudní sektory – dolní, střední a horní.

- **Dolní sektor** – břišní (od bránice po pánevní dno).
- **Střední sektor** – dolní hrudní (mezi bránicí a Th5).
- **Horní sektor** – horní hrudní (od Th5 až po dolní krční páteř).

Při klidném dýchání dochází nejdříve k aktivaci dolního hrudního, pak středního a nakonec horního hrudního sektoru. Tuto postupnou aktivaci označujeme jako dechová vlna.

Dýchací pohyby se skládají ze dvou fází, které se pravidelně a rytmicky opakují – inspirium a expirium. Vlastnímu inspiriu předchází krátká pauza – preinspirium a expiriu předchází preexpirium.

- **Inspirium** začíná v břišním sektoru. Bránice se snižuje, stoupá vnitrobřišní tlak a břišní stěna se mírně vyklenuje. Dolní žebra se postupně rozvíjejí do stran a páteř se přitom mírně emenduje. Tlak



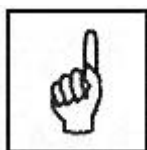
v hrudní dutině klesá (dutině se zvětšuje) a vzduch proudí do plic. Pohyb bránice dolů se zpomaluje, vzrůstá tlak dutině břišní (stabilizuje se bederní páteř), na kterém se podílí bránice, m. transversus abdominis, ostatní svaly stěny břišní a pánevní dno. V oblasti dolního hrudníku se rozevírají žebra do stran a nakonec se zvedají horní žebra a horní hrudník se rozšiřuje do stran.

- **Expirium** probíhá obdobně od dolního hrudního sektoru, přes střední až po horní hrudní sektor. Postupně klesá napětí ve svalech, zmenšuje se hrudní dutina, bránice stoupá a vzduch proudí z plic ven.

Obecně platí, že nádech má excitační vliv na svalovou aktivitu posturálně lokomočního systému, zatímco vliv výdechu je inhibiční. Intenzita a frekvence dýchacích pohybů stoupá přímo úměrně potřebám krevního zásobení, které zajišťuje cirkulační aparát řízený rytmem srdeční činnosti závislým na energetických nárocích organismu. Nejen pohybový aparát, ale i psychika a humorální reakce při infekcích nebo zánětech participují na energetických nárocích a ovlivňují frekvenci a rozsah dýchacích pohybů.

1.4 Kineziologie bederní páteře

Je to druhá nejvíce pohyblivá část páteře. Přes bederní páteř se přenášejí síly a pohyby mezi horní a dolní polovinou trupu, respektive mezi trupem a pletencem dolních končetin včetně pánve. Bederní páteř převádí pohyby pánve při chůzi, ale i při pohybech vsedě či ve stoji na pružení a vlnění celé páteře. V kombinaci úklonu a rotace kombinuje pohyby horní poloviny trupu k dolní polovině. Ohybově namáhaným místem je přechod mezi pohyblivou bederní páteří a pevnou pávní, kde navíc dochází k největšímu tlakovému zatížení. Tomu jsou uzpůsobeny nejmohutnější obratle, klouby a ploténky. Bederní páteř je místo s patrně ještě nedokončeným vývojem, a proto se zde nachází nejvíce anatomických odchylek od normy.



Rozeznáváme dva bederní sektory – horní a dolní:

- horní bederní páteř (Th/L přechod),
- dolní bederní páteř.

Funkce bederní páteře je dynamická. Stabilitu této části páteře podporuje hluboký stabilizační systém páteře. Pro stabilizaci páteře jsou rozhodující hluboko uložené trupové svaly: m. transversus abdominis, svaly pánevního dna, bránice a krátké autochtonní zádové svaly (např. mm. multifidi). Dokonalá souhra svalů hlubokého stabilizačního systému páteře dovoluje udržet relativně konstantní nitrobřišní tlak v průběhu dýchání.

Nitrobřišní (intraabdominální) tlak je vysoce významnou součástí sil, působících na bederní páteř a uplatňuje se jako říditelný faktor při tzv. kontrole neutrální zóny. Bez působení tohoto tlaku leží těžiště horní poloviny těla před hrudní páteří (dlouhé rameno páky – síla erektorů musí být několikrát vyšší než je tíha trupu). **Pozice neutrální zóny:** takové nastavení dvou sousedních obratlů (pohybového segmentu páteře), kdy vektorový součet sil působících na segment se rovná nule. Tato pozice maximálně chrání segment před přetížením.



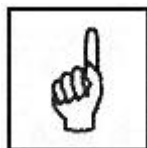
Stabilizační funkce bránice: tvorbou nitrobřišního tlaku se podílí na tzv. přední stabilizaci páteře. Je závislá na jejím tvaru, který je určen tvarem dolní hrudní apertury. Sternum se během stabilizační funkce bránice pohybuje ventrálně. Je-li bránice insuficientní, je pohyb sternu kраниokaudální. Vzniká tak nadměrná aktivita extenzorů páteře.

Intenzita pohybové činnosti určuje souhru dechové a posturální aktivity (oba děje probíhají paralelně nebo synchronizace dechu s posturálně náročnější činností nebo v průběhu apnoické pauzy se zapojuje dechové svalstvo ve prospěch postury za cenu krátké hypoxie).

Tab. 1 Zatížení na L3

Vzpřímený stoj	100 %
Vleže na zádech	25 %
Vleže na boku	75 %
Předklon	150 %
Sed s předklonem	275 %

1.5 Křížová kost a kostrč



Křížová kost (os sacrum) je plochá kost, kterou tvoří pět srostlých obratlů. Přední část kosti je konkávní, hladká, protože je součástí kostěného porodního kanálu. První křížový obratel (S1) je spojen meziobratlovou ploténkou s pátým bederním obratlem (L5). Kaudálně je křížová kost chrupavkou spojena s kostrčí. Na okrajích je spojena s kyčelní kostí (articulatio sacroiliaca – SI skloubení).

Funkcí je přenos a rozklad sil do oblasti pánevního kruhu z oblasti trupu, hlavy a horních končetin. Je místem úponů pelvifemorálního svalstva a svalstva pánevního dna.



Kostrč (os coccygis) je tvořena 3–5 rudimentárními obratli. Chrupavkou (synchondrózou) je spojena s křížovou kostí sacrococcygeálním kloubem. Tento spoj umožňuje kývavý pohyb. Upínají se na ni svaly pánevního dna (m. coccygeus, m. sacrococcygeus ventralis a dorsalis, m. pubococcygeus, m. iliococcygeus). Kostrč je ovlivňována systémem svalů pánevního dna a má úzké funkční vztahy s posturálními svaly.

Funkce: kostrč člověku pomáhá vydržet déle sedět. Při nadměrném napětí svalů pánevního dne může být vychylována z osy a ovlivňovat tak držení celé páteře.

1.6 Patokineziologie páteře

Instabilita je ztráta schopnosti páteře udržet při vystavení se fyziologické zátěži fyziologické postavení obratlů, takže hrozí poranění míchy či nervových kořenů.

Vertebrogenní onemocnění

- **Primární:** neurologické syndromy, vznikající následkem degenerativních změn obratlů a okolních pojivových struktur.
- **Sekundární:** postižení nervových struktur v důsledku progredujících organických lézí páteře (nádorového, zánětlivého, metabolického, vývojového či traumatického původu) nebo funkční poruchy

a vertebrogenní bolesti v důsledku primárního postižení vzdálených orgánů a struktur.

Faktory urychlující proces degenerace:

- přetěžování páteře,
- nedostatek pohybu (protrahovaná imobilizace).

Diskopatie se nejčastěji projevují výhřezy plotének vlivem působení nadměrné silové zátěže na obratel. Příčinou tohoto selhání je insuficience hlubokého stabilizačního systému páteře. 62 % výhřezů je lokalizováno v bederní páteři.

Vrozené vady páteře

- **Skolióza** je trojrozměrná deformita páteře s posunem obratlů ve všech třech anatomických rovinách. Těla postižených obratlů jsou dislokovaná. Příčné výběžky na straně vychýlení vyčnívají a tvoří hrb, který je patrný zejména v hrudní oblasti vlivem zvýraznění hrbu žebry. Podle doby vzniku se rozděluje na skoliózu infantilní, juvenilní a adolescentní.
 - **Neuromuskulární skolióza** je způsobena poruchou nervosvalového systému (DMO, svalové dystrofie, myelomeningokéla apod.).
 - **Kongenitální skolióza** je vrozená deformita páteře, která má tendenci progredovat.
- **Hyperkyfóza** je abnormální křivka páteře zvýrazňující kyfózu hrudní páteře. Nejčastější příčinou bývá Scheuermannova nemoc. Vzniká klínovitá deformita a jsou postiženy krycí ploténky obratlových těl, do kterých vstupují části meziobratlové ploténky (Schmorlovy uzly). Příčina není zcela objasněna, často se uvádí porucha růstu obratlů v období ukončování růstu a přetěžování páteře během jejího vývoje (tzv. učňovská kyfóza).



1.6.1 Patokineziologie krční páteře

Funkční poruchy v této oblasti omezují pohyblivost krční páteře, způsobují zvýšení tonu posturálního svalstva, mohou se projevit i poruchou rovnováhy. Pohyblivost je pak kompenzována ostatními segmenty.



Dysfunkce krční páteře

- degenerativní změny krční páteře;
- cervikální diskopatie, spondylartróza a spondylózy;
- těžká práce a vynucené pracovní polohy mohou urychlovat vznik degenerativních změn a zvyšovat jejich závažnost;
- rizikové profese – řezníci, dělníci, tesaři, horníci, zubaři apod.

Bolesti šíje jsou za bolestmi kříže druhou nejčastější příčinou bolestí páteře. Souvisí s civilizačními změnami a sedavým způsobem života a celkově změněnou charakteristikou pracovní i mimo pracovní zátěže.

Akutní krční segmentový syndrom

- **ústřel** je bolestivý syndrom, spojený s blokádu krční páteře. Bývá provokován prochlazením, mimořádnou zátěží, náhlým nekontrolovaným pohybem hlavou nebo nevhodnou polohou při spánku. Obvykle odezní v průběhu několika dní.
- Syndrom **subakutní a chronický** vzniká pozvolným rozvinutím bolestí v oblasti krční páteře, které pomalu odcházejí. Nebo vzniknou bolesti náhle, ale odeznívání se prodlužuje na týdny a měsíce. Hybnost páteře je porušena méně než u akutního ústřelu.

Tenzní bolesti hlavy – příčinou bolestí je postižení měkkých tkání (svalů, svalových úponu, fascií, ligament). Převažuje bolest a napětí ve svalech, úponové bolesti, svalové spasmasy a spoušťové body. Výrazně přispívá psychická zátěž.

Pseudoradikulární cervikální syndromy (cervikobrachiální syndrom) – bolesti se šíří z krční páteře do ramen a horních končetin, jejich projekční zóna však není ostřeji ohraničená, nejsou přítomny objektivní známky kořenového postižení. Bolesti bývají spojeny s velkým emočním doprovodem. Nejčastější příčinou je postižení meziobratlových kloubů (tzv. **facetový syndrom**).

Krční kořenové syndromy (cervikální radikulopatie) jsou nejčastěji způsobeny kompresí kořene výhřezem meziobratlové ploténky či stenózou páteřního kanálu v důsledku degenerativních změn. Nejčastěji bývají postiženy

kořeny C7 a C6. Typické jsou kořenové bolesti, převládají segmentální senzitivní a motorické příznaky (oslabení, hyporeflexie).

Spondylogenní cervikální myelopatie vznikají, je-li porušena funkce krčního úseku míchy. Příčinou je komprese míchy osteoproduktivními a destruktivními změnami páteřních struktur. Průběh je většinou pomalu progredující. V klinickém obraze nacházíme známky postižení horního motoneuronu pro dolní končetiny a známky postižení horního a/nebo dolního motoneuronu pro horní končetiny. Nejčastějším symptomem je spastická chůze a neobratnost rukou při provádění jemných pohybů (tzv. *clumsy hand syndrom*). Bolesti krční páteře má asi 70 % nemocných, nicméně bolest může i chybět.

Úrazy krční páteře jsou zřídka způsobeny jen přímou silou na páteřní struktury (např. při střelném nebo bodném zranění nebo následkem poranění těžkým předmětem). Ve většině případů dojde nefyziologickým působením sil k nepřímému zranění páteřních segmentů (komprese, flexe či extenze, rotace). Může dojít k poranění vazů, plotének, obratlových těl, oblouků, kloubních a dalších výběžků, luxacím meziobratlových kloubů a jejich kombinacím. Následkem úrazů krční páteře vzniká instabilita pohybového segmentu, tím je ohrožena integrita nervových struktur páteřního kanálu (mícha, nervové kořeny).

1.6.2 Patokineziologie hrudní páteře a žeber

Za patologické situace se mění účinnost dýchání. Poruchy dýchání doprovázejí vždy změny ve funkci dýchacích svalů a posturálním systému. Hrudník je v inspiračním postavení a sternum je nastaveno kraniálně. Objevuje se nevhodný dechový vzor s prodlouženým nádechem. Sternum jde při nádechu jen vzhůru a to je spojeno s pohybem klíčních kostí a ramen nahoru. Nedochozí k rozvinutí hrudníku v příčném směru a mezižeberních prostor – hrudník je v dané oblasti oploštěn a paradoxní funkcí bránice jsou žebra vtahována. Během klidového dýchání dochází k zapojení auxiliárních inspiračních svalů.

Příčná míšní léze těsně pod odstupem n. phrenicus vede k ochrnutí všech příčně pruhovaných svalů inervovaných z míšních kořenů odstupujících pod úrovní léze. Jako jediný dýchací sval zůstává funkční bránice, která je schopna



zajistit dostatečnou plicní ventilaci. Klesá ovšem rezerva pracovní kapacity svalů a mění se kinematika hrudního koše.

U kvadruparézy dochází k rychlému rozpínání dolní části a pomalejšímu rozpínání horní části hrudního koše a ke konci nádechu se prudce rozpíná horní část a dolní část se naopak lehce zmenšuje. Na začátku výdechu se rychle smršťuje horní část a ke konci výdechu se stahuje především dolní část hrudního koše.

Obstrukční poruchy dýchacích cest jsou charakteristické rigiditou hrudníku v inspiračním postavení s nefyziologickým horním typem dýchání. Jsou spojené s poruchou mobility kostosternálních a kostovertebrálních spojů se souhrybem kraniální, thorakální až abdominálně-pelvicke části trupu. Při těžkých **obstrukčních poruchách** se aktivuje auxiliární expirační svalstvo a svaly stěny břišní jsou v trvalé kontrakci. Bránice má vysoký stav a její zapojení při nádechu je nedostatečné. Za fyziologické považujeme při nádechu vyklenování břišní a dolní hrudní dutiny všemi směry. Za patologické situace jsou žebra při nádechu vtahována dovnitř.

Syndrom horní hrudní apertury – reaktivní odezvou svalstva horní apertury šíje je kombinace kontrahované hypertonie s chronickou únavou a tato kombinace je hlavní příčinou pseudospastického chování svalů šíje, zad a hrudníku. To vše podstatně ovlivňuje celkové držení trupu, hlavy a postavení pánve.



Blokády žebor bývají spojené se zřetězenými reflexními změnami ve svalech a kloubech a s potížemi vnitřních orgánů v daném segmentu.

- **Blokáda 1. žebra:** časté blokády mediálního klíčku, spoušťové body v m. scalenus anterior, cefalgie.
- **Blokáda 2. žebra:** spoušťové body v scalenus med., vestibulární potíže.
- **Blokáda 3. žebra:** spoušťové body v pectoralis minor, blokáda AO.
- **Blokáda 4. žebra:** imituje anginu pectoris, infarkt myokardu, astma, dušnost.

- **Blokáda 5. žebra:** spoušťové body v pectoralis minor., obliquus abdominis.
- **Blokáda 6. žebra:** spoušťové body v m. rectus abdominis, imituje nemoci jater, žlučníku a slinivky.
- **Blokáda 7. žebra:** imituje zažívací potíže.

Segmentový algický syndrom (thorakodorzalgie)– příčinou bývají blokády meziobratlových kloubů a kostotransverzálních spojů.

Interkostální neuralgie je obvykle podmíněná blokádou v hrudním úseku s pseudoradikulární iradiací bolesti, vzácně jde o **pravý kořenový syndrom**. Reflexní změny se nacházejí často i na ventrální straně hrudníku, zejména v oblasti sternoklavikulárního a proximálních sternokostálních skloubení (tzv. **Tietzův kostochondrální syndrom**).

Hrudní spondylogenní myelopatie je způsobená kompresí míchy na podkladě hernie či jiných degenerativních změn hrudní páteře. Klinicky se projevuje spastickou paraparézou dolních končetin, poruchou citlivosti lokalizovanou dle výše míšní komprese a poruchou sfinkterových funkcí.

1.6.3 Patokineziologie bederní páteře

Pokud jsou přítomny dysbalance v oblasti beder, není lumbosakrální přechod dostatečně fixován. Trup je fixován až ve středních úsecích páteře. Tím se nefyziologicky zvyšují nároky na lumbosakrální přechod páteře se vznikem nestabilního kříže. Není-li dostatečně zajištěna stabilita páteře, mohou být funkčně nebo organicky poškozeny struktury bederní páteře.



Meziobratlová ploténka vykazuje výrazně větší rezistenci k tlaku než ke smyku. Tato vlastnost progreduje s věkem a je silně závislá na zátěžové historii (degenerativní účinek monotónní zátěže a cyklické nebo opakované rázové zátěže). Ztráta protektivních tlumících vlastností vede postupně ke tvarovým změnám ploténky, tudíž ke změně její vymešovacím funkce. To se přímo odráží ve velikosti a charakteru zátěže, které jsou stále ve větší míře vystavena meziobratlová kloubní spojení. Na takovou koncentraci zátěže pak reaguje celý

axiální systém změnou svalového napětí, svalovou nerovnováhou a vznikem vertebrogenních bolestí.

Segmentový algický syndrom (lumbago) – bolest je lokalizována v bederní páteři, nevyzařuje do okolí nebo jen neurčitě. Výskyt je velmi častý. Syndrom odeznívá většinou během několika dní či týdnů.

Pseudoradikulární bederní syndromy bývají spojené s bolestí rekrutující se z bederní páteře, vyzařující do oblasti hýždí nebo do dolních končetin. Příčinou není postižení nervových kořenů.

Příčinou lumbaga či pseudoradikulárních vertebrogenních syndromů bývá:

- blokáda meziobratlových kloubů,
- blokáda sakroiliakálních kloubů,
- ligamentózní bolesti u hypermobilních jedinců,
- kokcygodynie,
- hernie disku,
- lumbální spinální stenóza,
- spondylolistéza,
- skolióza.

Kořenové bederní syndromy jsou způsobeny drážděním nervových kořenů. Nejčastěji se vyskytuje **kořenový syndrom L5 a S1** –tzv. **lumboischialgický syndrom**. Dohromady tvoří až 90 % kořenových syndromů v lumbosakrální oblasti. Pokud jsou postiženy kořeny L3 a L4, hovoří se o **lumbofemorálním syndromu**. Jsou nejčastější ve věku mezi 40–60 lety, více u mužů. Příčinou jsou výhřezy meziobratlových plotének (zejména hernie L5/S1, L4/5), stenóza laterálního recesu a kořenového kanálu.

Syndrom kaudy equiny je závažný stav, který se vyznačuje současnou kompresí několika míšních kořenů v lumbosakrální oblasti. Příčinou bývá komprese velkým mediálním výhřezem meziobratlové ploténky, nebo akutní dekompenzace lumbální spinální stenózy či komprese tumorem, epidurální absces či epidurální hematom. Někdy může být imitován reflexní poruchou močení u pacientů, kteří trpí těžkým algickým bederním syndromem.

Lumbální spinální stenóza je zúžení páteřního nebo kořenového kanálu osteoligamentózního původu v bederním úseku páteře. Typickým klinickým obrazem jsou neurogenní klaudikace, bolesti dolní části zad, kořenové syndromy, známky polyradikulárního postižení (chronický syndrom kaudy equiny). Příznaky se zhoršují záklonem, naopak předklon, leh a sed ulevuje. Větší potíže způsobuje chůze z kopce (při které dochází k retroflexi a dalšímu zúžení páteřního kanálu).

Část pro zájemce

Z historie skoliózy

První zmínky o lidech s deformitou páteří jsou z doby 3500 let před naším letopočtem. Pole těchto záznamů byli tito jedinci většinou zesměšňováni, odsunuti na pokraj společnosti, vzbuzovali nenávisť a strach.

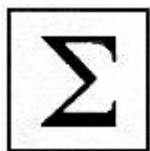
*Poprvé popsal skoliózu v 5. století před naším letopočtem **Hippokrates**. Upozornil na možnou souvislost tíže zakřivení s jeho zhoršováním v průběhu růstu. Věřil, že deformita je výsledkem chybného držení a doporučil léčení axiálními distrakcemi na extenčním aparátu (tahem za trup na speciálním přístroji). Jako první kdo použil název „skolióza“, „kyfóza“ a „lordóza“ **Galenos** v 1. století před naším letopočtem, osobní lékař císaře Marka Aurelia. Zanechal více než 300 spisů. Použil poprvé ortopedické výrazy kyfóza, lordóza, skolióza. Popsal páteřní deformity. Při deformitách hrudníku prováděl hlasitý zpěv a dechové cviky.*

***Ambrose Paré** (1510–1590) poprvé popsal kongenitální skoliózu a přidružený útlak míchy jako příčinu ochrnutí dolních končetin. Byl přesvědčen, že skolióza má příčinu v oslabeném držení těla. Byl zastáncem používání železných korzetů, které co tři měsíce obnovoval. V 17. a 18. století se začaly nově objevovat různé typy podpůrných korzetů, které měly spolu s manuální trakcí skoliotickou křivku ovlivnit. Byly zhotovovány i různé přístroje, které pomocí trakce měly páteř vyrovnat. První operaci u dítěte se skoliózou provedl v roce **Jules Guerin** perkutánní myotomií. **Volkman** se v roce 1889 provedl první operací na kostech – resekci žeberní prominence. Na přelomu 19. století byla skolióza chápána jako následek chabého držení těla. **Lewis Sayre** v roce 1880*



poprvé aplikoval sádrový korzet. Snažil se korzetem korigovat jak boční vychýlení tak i rotaci páteře. Významným přínosem v pochopení této deformity byl vynález rentgenu v roce 1895, kterým bylo možno postihnout utváření páteře a její chování s odstupem času. V roce 1911 položil základy operačního léčení skoliózy **Hibbs** svým tzv. intraartikulárním zpevněním páteře v rozsahu skoliotické křivky. Principy této operační techniky se používají dodnes. V první polovině 20.století se na pokroku v oblasti skoliózy podíleli velikáni jako **Risser**, **Moe** a **Cobb**, podle kterých jsou pojmenována základní měření na RTG snímku. V 50. letech se objevuje **Blountův Milwaukee** korzet jako nejvýznamnější součást konzervativního způsobu léčby.

Shrnutí kapitoly

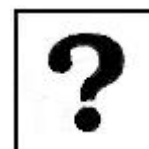


- Páteř je nosná osa těla. Je značně pohyblivá, ale současně zajišťuje dostatečně tuhou oporu pro manipulační a lokomoční pohyby. Hlavními úseky páteře jsou oblast krční, hrudní, bederní, křížová a kostrční.
- Pohybový segment páteře má tři základní komponenty: nosnou a pasivně fixační (obratle a páteřní vazy), hydrodynamickou (meziobratlové ploténky a cévní systém páteře) a kinetickou a aktivně fixační (klouby a svaly).
- Krční páteř je nejpohyblivější úsek páteře. Nachází se zde největší množství anatomicky diferencovaných svalů zajišťujících stabilitu i pohyblivost této oblasti. Nejvíce namáhanou částí celé páteře je přechod krční páteře do hrudní páteře (C/Th přechod).
- Hrudní páteř je nejdelší úsek páteře. Její dlouhý oblouk se nejvíce podílí na tlumení nárazů ve svislém směru (např. při chůzi, běhu, při sezení na koni nebo v dopravních prostředcích). Pohyblivost Th páteře omezuje hrudník (žebra, hrudní kost, klíční kost).
- Bederní páteř je to druhá nejpohyblivější část páteře. Převádí pohyby pánve při chůzi, ale i při pohybech vsedě či ve stoji na pohyby a pružení celé páteře. V kombinaci úklonu a rotace kombinuje pohyby horní poloviny trupu k dolní polovině. Ohybově namáhaným místem je přechod mezi pohyblivou bederní páteří a pánví. Tomu jsou uzpůsobeny nejmohutnější obratle, klouby a ploténky.

- Funkcí křížové kosti je přenos a rozklad sil z oblasti trupu, hlavy a horních končetin do oblasti pletence pánevního.
- Kostrč je ovlivňována systémem svalů pánevního dna a má úzké funkční vztahy s posturálními svaly. Při nadměrném napětí svalů pánevního dne může být vychylována z osy a ovlivňovat tak držení celé páteře.
- Existuje celá řada patologií páteře jako celku (např. skolióza) i v jednotlivých segmentech (vertebrogenní potíže). Příčinou bývají jak vrozené deformity, neideálně prodělaný ontogenetický vývoj, tak degenerativní poruchy na podkladě dlouhodobého přetěžování trupového svalstva při pracovních a sportovních činnostech. Nemalý podíl mají i onemocnění nádorová, zánětlivá či interní.

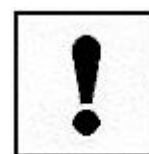
Kontrolní otázky a úkoly:

1. Jaké funkce plní páteř jako celek? Jaké specifické funkce navíc plní jednotlivé segmenty páteře?
2. Jaký vztah má páteř k ostatním segmentům pohybového systému?
3. Jaký vliv má stabilizační funkce trupového svalstva k prevenci vzniku výhřezu plotének?
4. Jaký vztah má morfologický tvar hrudníku k procesu dýchání?
5. Jaké vrozené a získané vady páteře znáte? Jaký vliv mají na provádění běžných denních, pracovních a sportovních činností?



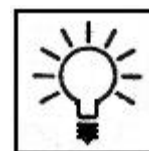
Úkoly k textu

1. Zpracujte přehled funkčních vztahů mezi jednotlivými segmenty pohybového systému do přehledné tabulky.



Otázky k zamyšlení:

1. Proč se neustále zvyšuje počet pacientů s vertebrogenními potížemi? Máte nějaký názor na možnosti prevence? Diskutujte s ostatními studenty v rámci výuky. Podložte svá tvrzení relevantními argumenty.



Korespondenční úkoly

1. Zpracovaný přehled funkčních vztahů mezi jednotlivými segmenty pohybového systému (viz úkoly k textu) uložte do e-kurzu do prostředí moodle.





Citovaná a doporučená literatura

- COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.
- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Praha: Grada, 2001. 516 s. ISBN 978-80-7169-970-5.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.
- DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.
- JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.
- KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.
- KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.
- Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z <<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/index.php>>.
- SKOLIO.CZ. *Vše o skolióze*. Historie skoliózy [online]. KHN, 2006 [citace 13-08-31]. Dostupné z <<http://www.skolio.cz/main/clanek.php?id=1>>.
- VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.
- VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
- WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

2 Kineziologie a patokineziologie oblasti pletence pánevního

V této kapitole se dozvíte:

- základní údaje o kineziologii pletence pánevního a patokineziologických aspektech, které zde způsobují funkční a organické poruchy.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat jednotlivé struktury tvořící pletenec pánevní;
- vysvětlit kineziologické aspekty fungování pletence pánevního ve vztahu k dalším segmentům pohybového systému;
- objasnit patokineziologické děje v dané oblasti.

Klíčová slova kapitoly: pánev, pánevní pletenec, kineziologie pletence pánevního, kineziologie kyčelního kloubu.

Průvodce studiem

V této kapitole se dozvíte základní údaje, týkající se kineziologických a patokineziologických aspektů oblasti pletence pánevního a kyčelních kloubů. Jedná se o velmi důležitou oblast. Existuje řada degenerativních i traumatických postižení pletence pánevního a kyčelních kloubů. Navíc existují velmi úzké vztahy s páteří a segmenty dolních končetin. Poruchy v této oblasti mohou ovlivnit řadu běžných denních, pracovních i volnočasových aktivit. Získané informace z přednášek si ověřujte v doporučené literatuře a elektronických zdrojích. Přemýšlejte o faktech a zasazujte si je do patřičného kontextu, abyste je mohli využít ve své budoucí praxi.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodiny, tak se pohodlně usadte a nenechte se nikým a ničím rušit.



2.1 Funkční anatomie pletence pánevního

Pletenec pánevní tvoří spojení pánevních kostí a křížové kosti. Každou pánevní kost tvoří os ilium, os ischii, os pubis. **Křížová kost (os sacrum)** je

tvořena pěti srostlými obratli (S1–S5). Je nepohyblivou součástí páteře a zároveň i součástí kostry pánve.

2.1.1 Pánev

Pánev u člověka je skloněná přední částí dolů a dozadu. Křížová kost je vysunuta šikmo dopředu.



Pánevní sklon (*inclinatio pelvis*) je úhel, který svírá rovina pánevního vchodu (promontorium – linea terminalis – horní okraj spony) s horizontální rovinou (60°). Tento úhel lze vyšetřit na rentgenovém snímku.

V oblasti promontoria se zakřivení páteře zlomově (v rozsahu jediného meziobratlového prostoru) mění z kyfosity křížové kosti na bederní lordózu. Tímto zalomením se těžiště těla posouvá nad kyčelní klouby. Každá změna pánevního sklonu se projevuje ve změnách bederní lordózy.

- **Zvětšení pánevního sklonu** (pánevní inklinace) prohlubuje bederní lordózu. Pánevní inklinaci provádějí: m. iliopsoas, m. adductor longus a brevis a m. rectus femoris.
- **Zmenšení pánevního sklonu** (pánevní deklinace) provádějí m. biceps femoris (caput longum), m. semitendinosus a semimembranosus, m. gluteus maximus a část m. gluteus medius.

Symphysis pubica je chrupavčité spojení obou stydkých kostí. Podél dolního i horního okraje je doplněna velmi pevnými vazy. Dolní vaz je samostatně schopen udržet spojení obou kostí.

Pánevní vazy:

- **Lig. sacrospinale** jde jako vějíř vazivových vláken od trnu sedací kosti ke křížové kosti a ke kostrči.
- **Lig. sacrotuberale** jde od okraje křížové kosti na hrbol sedací kosti. Jedná se o velmi silné pruhy kolagenního vaziva. Účastní se pohybů v SI kloubu – omezuje kývavé pohyby v SI kloubu.

Pánevní dno je svalové dno, jehož střední část tvoří hráz, perineum. Nacházejí se zde dvě svalové přepážky: diaphragma pelvis a diaphragma urogenitale. Vzhledem ke sklonu pánve nese hlavní váhu pánevních orgánů přední část

svalového dna. Zadní část je zatížena minimálně. Nálevkovitý tvar části pánevního dna mění část tlakového zatížení na zatížení tahové.

- **Diaphragma pelvis:**

- **m. levator ani** – plochý sval, mající zevní a vnitřní část. Vnitřní část svalu zesiluje svalové dno v místech, kde je skelet nejvzdálenější. U žen udržuje ve správné poloze dělohu. Zároveň je svěračem dutých orgánů a zvedá pánevní dno;
- **m. coccygeus.**

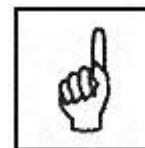
- **Diaphragma urogenitale**

- **m. transversus perinei profundus,**
- **m. transversus perinei superficialis.**

Jedná se o trojúhelníkovitou svalovou ploténku, rozepjatou mezi rameny stydkých a sedacích kostí. Uzavírá přední partii pánevního dna a fixuje močovou trubici a pochvu. Zesiluje přední část diaphragma pelvis.

Funkce pánve:

- chrání vnitřní orgány;
- upínají se na ni svaly;
- mezičlánek mezi páteří a dolními končetinami;
- převodník zátěže mezi osovým orgánem a dolními končetinami;
- zajišťuje pevnou a stabilní, mírně pružící bázi pro páteř.



2.1.2 Kyčelní kloub

Kyčelní klouby jsou kořenové klouby dolních končetin. Jedná se o klouby kulové omezené, kongruentní. Jsou nosné, udržující hmotnost pánve a trupu.

Acetabulum je jamka pro kyčelní kloub. Má tvar duté polokoule, je skloněno zevně dolů a dopředu. Nejhlubším místem jamky je její střed, tzv. **fossa acetabuli**. Kloubní plochu acetabula tvoří pouze **facies lunata**, která je potažena hyalinní chrupavkou. Hlavice naléhá pouze na facies lunata a vkleslé dno jamky vyplňuje tukový polštář.

Na stavbě jamky se nejméně podílí os pubis – asi 20 %, nejvíce os oschii – asi 45%. Nejsilnější částí je horní okraj, který je zesílen dvěma systémy kostních trámců, křížících se nad acetabulem v podobě gotického oblouku.

Acetabulum je skloněno zevně dolů a dopředu (sklon a postavení kloubní jamky je individuálně velmi variabilní a je závislé i na pohlaví).

- **Inklinace acetabula–acetabulární úhel** (rovina proložená okrajem acetabula) svírá s horizontální rovinou úhel 40–45°.
- **Anteverze acetabula** (s čelní rovinou) je asi 35°.

Na vývoj acetabula má formativní vliv tlak hlavice. Hlavici vtlačuje do jamky síla svalů a tíha těla. Podmínkou správného vývoje kloubu je správné uložení hlavice v jamce a kongruence. Lateralizace hlavice zmenšuje aktivní dotykovou plochu, hlavice se oplošťuje a sklouzává.

Labrum je u báze tvořeno vazivovou chrupavkou, okraje tvoří cirkulárně orientovaná vlákna hustého vaziva. Prohlubuje jamku. Neomezuje pohyb v kyčli. Zvětšuje kapacitu kloubní jamky (obklápí více než polovinu hlavice femuru).



Funkce tukového polštáře: absorpce nárazů, které přes hlavici femuru směřují proti slabému dnu kloubní jamky. Při běžných pohybových aktivitách není polštář stlačován, ačkoliv je hlavice femuru držena v jamce nejen tahem mohutných svalů kyčelního kloubu a kloubního pouzdra, ale i atmosférickým tlakem, který představuje přítlačnou sílu asi 18 kg.

Pouzdro kyčelního kloubu je velmi silné. Má cylindrický tvar. Začíná na okrajích acetabula, takže labrum acetabulare je uvnitř kloubu a mezi lemem a pouzdem zůstává cirkulární vychlipka kloubní dutiny. S pouzdem prakticky srůstají zesilující vazy, které pouzdro dále zesilují především na přední ploše. Slabé je na spodní ploše krčku a v místech, kde na pouzdro naléhá šlacha m. iliopsoas. Kloubní pouzdro zesilují 4 vazy.

Vazy kyčelního kloubu:

- **lig. iliofemorale** – nejsilnější vaz lidského těla, ukončuje extenzi kyčelního kloubu a zabraňuje záklonu trupu;
- **lig. pubofemorale** – omezuje abdukci a zevní rotaci;
- **lig. ischiofemorale** – omezuje addukci a vnitřní rotaci;
- **zona orbicularis** – obtáčí a podchycuje krček femuru, ale nespojuje se s ním.

Kolodiazární úhel je úhel, který svírá osa femuru s osou krčku femuru.

- norma – 125° ,
- $>125^\circ$ se hodnotí jako valgozita,
- $<125^\circ$ se hodnotí jako varozita.



Anteverzní úhel

- Norma je 10–25 (30°)
- Opakem je retroverze krčku – kolena vytočená ven.
- Rozsah a směr verze ovlivňuje rozsah rotačních pohybů.

Nadměrná antevertze mění podmínky přenosu sil z jamky na hlavici femuru a při valgózním krčku vytváří předpoklady pro subluxaci či luxaci.

Wibergův úhel je úhel stříšky. Horní okraj acetabula, který často samostatně osifikuje, se v klinické praxi popisuje jako stříška. Velikost a sklon stříšky má značný význam pro stabilizaci hlavice stehenní kosti (tento vztah je porušen u vrozeného vykloubení kyčlí). Maximální krytí hlavice stříškou je při flexi, abdukci a zevní rotaci. Ve vzpřímeném stoji není přední část hlavice kryta.

Faktory stabilizující kyčelní kloub

- tíhová síla,
- velikost styčných kloubních ploch,
- kloubní pouzdro,
- podtlak v acetabulu,
- vazy,
- svaly (krátké).

2.2 Kineziologické aspekty

Křížová kost, kostra pánve a kyčelní klouby tvoří podpěrný systém, jehož jednotlivé články tlumí a přenášejí nejen zatížení horní poloviny těla, ale působí také v opačném směru – při přenosu sil z dolních končetin na osový skelet.

2.2.1 Kineziologie pánve

Pánev tvoří klíčový článek přenosů sil mezi dolními končetinami a trupem.



Pohyby pánve:

- **Anteverze** (pohyb pánve vpřed) – pohyb symfýzy dolů, zvýšení bederní lordózy (zvýšenou aktivitou m. iliopsoas);
- **retroverze** pánve – břišní svaly;
- **lateroflexe pánve** – m. gluteus medius, adduktory;
- **rotace pánve** kolem vertikální osy – při chůzi (kombinace svalů dolních končetin, pánevního pletence a hrudního svalstva);

Pohyby v SI skloubení:

- **nutace** – pohyb promontoria (horní okraj obratle S1) dopředu a dolů oproti kosti kyčelní;
- **kontranutace** – opačný pohyb.

Pánev a páteř tvoří jednu funkční jednotku. Postavení pánve ovlivňuje držení páteře a tím držení těla. Postavení pánve je ovlivněno jak strukturálně (např. nestejná délka dolních končetin), jak funkčně, v závislosti na poloze a tahu jednotlivých svalů upínajících se na pánev jak z oblasti trupu, tak z oblasti dolních končetin.

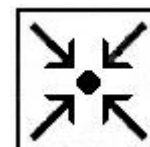
2.2.2 Kineziologie kyčelního kloubu

Pohyblivost kyčelního kloubu je daná tvarem artikulujících kostí, mohutností a průběhem vazů pouzdra.

- **Flexe** – asi do 120° (zvětšuje se při současné abdukci).
- **Extenze** – jen zhruba do 10°.
- **Abdukce** – do 40° (zvětšuje se při současné flexi).
- **Addukce** – do 10°.
- **Zevní rotace** – 15°.
- **Vnitřní rotace** – do 35° – rotace oběma směry se zvětšuje při současné flexi v kyčelním kloubu.

Inverze svalové funkce: pomocné svaly při pohybu změni funkci v závislosti na postavení segmentu.

Příklad: *m. piriformis* je trvale abduktor, do 60° flexe v kyčli provádí zevní rotaci a flexi, nad 60° vnitřní rotaci a extenzi.



Nejlabilnější poloha kyčelního kloubu z hlediska stabilizace je vsedě při současné flexi, zevní rotaci a addukci.

2.3 Patokineziologické aspekty

2.3.1 Oblast pánve

Z hlediska postavení pánve se jedná o následující poruchy.

- Zvýšená **anteverze pánve** je jednou z nejčastějších a nejdůležitějších odchylek. Postavení pánve v předozadním směru je určováno hlavně vztahem mezi zkrácenými paravertebrálními svaly, oslabenými břišními svaly, zkrácením jednoho nebo všech flexorů kyčelního kloubu a oslabením *m. gluteus maximus*. Změny mohou být ve všech daných skupinách, nebo jen v některých.
- **Šikmé postavení pánve** je způsobeno nejčastěji asymetrickou délkou dolních končetin, a to jak funkční, tak anatomickou.
- **Torze pánve** je úzce spjata s tzv. sakroiliakálním posunem. V této patologii hraje výraznou roli zkrácený *m. piriformis* nebo *m. iliacus* a oslabení *m. gluteus maximus*. Zkrácení *m. piriformis* může být nezhřídka jedinou příčinou této torze.
- **SI posun** – nescifická reakce pánve na jakoukoliv funkční poruchu pohybového aparátu
- **Piriformis syndrom** – vzniká při přetížení zevních rotátorů kyčelního kloubu. Většinou se jedná o reflexní zkrácení *m. piriformis*, ale i ostatních zevních rotátorů při probíhající patologii v kyčelním kloubu. Má vliv na celý pánevní komplex (nejvíce na trochanter maior).
- **Kostrčový syndrom** (syndrom kostrče a pánevního dna) – je způsoben zkrácením svalů pánevního dna upínajících se na kostrč. Příným mechanismem je pád na kostrč, chronické dráždění oblasti kostrče dlouhodobým zátěžovým sedem (tzv. kostrčový sed), nebo nadměrné podráždění při porodu. Syndrom je doprovázen bolestmi při menstruaci, při pohlavním styku atd. Typickým nálezem je změna držení pánve,



posun SI skloubení, dysbalance v oblasti břišních svalů a pelvifemorálních svalů, přetížení LS přechodu atd. Někdy může být příčinou následné funkční ženské sterility.



- **Zlomeniny v oblasti pánve** mají vliv na posturální funkce organismu. Dlouhodobou imobilizací spojenou s nociceptivním drážděním nebo jinými komplikacemi dochází ke změně svalového napětí, reakci svalů pánevního dna a dalších součástí hlubokého stabilizačního systému včetně ovlivnění práce bránice. Dalším zřetězením funkčních poruch vznikají svalové dysbalance a další reflexní změny ve svalech a ostatních měkkých tkáních, které ovlivní blízké i vzdálenější oblasti pohybového systému. Dochází ke změně dechového stereotypu. Je narušena schopnost vnímat a provádět pohyby pánví, narušena senzomotorická integrace a tím je dán útlum posturální kontroly. Vzniká porucha nervosvalové kontroly dynamické stabilizace pánve. Absencí změn pozice pánve nelze zaujmout neutrální polohu a tím je blokována možnost napřímění páteře přes pánev. V pozici vsedě dochází ke změně posturálního držení. Rovněž je ovlivněn stereotyp vstávání z pozice sedu. Pacienti mají omezenou možnost využít kyčelní strategii při stoji. Zhoršením posturální stability vlivem morfologických a biomechanických změn jsou zhoršeny předpoklady pro chůzi. Dochází ke změně přenosu axiálního zatížení na dolní končetiny, chybí fyziologické zatížení. Je narušena balanční kontrola.

2.3.2 Oblast kyčelního kloubu

Poruchy v oblasti kyčelního kloubu se projevují nejprve přítomností tzv. kloubního vzorce.



Kloubní vzorec: omezení pohybu v kyčli do vnitřní rotace, abdukce a extenze.

Vrozené vykloubení kyčelního kloubu (VVK) je geneticky podmíněné onemocnění, které postihuje více ženy (6:1). Postihuje celý femoro-acetabulární komplex. Morfologicky je charakterizováno menší hlavicí femuru, odchylným utvářením kolodiafyzárního a torzního úhlu, defektem „stříšky“, odchylným úhlem acetabula, pozdější osifikací kostěných součástí kloubu a volnějším kloubním pouzdem. Je to nejčastější vrozená vada pohybového systému.

Včasný záchyt VVK umožňuje konzervativní léčbu, takže operační řešení je nutné asi u 2 % dětí. Klinické příznaky postižení:

- pacient nesnáší delší stání a nošení těžkých předmětů,
- reflexní „ischialgické“ poruchy,
- pseudoradikulární syndromy,
- pozitivní kloubní vzorec.

Část pro zájemce

Z historie léčby vrozených vad

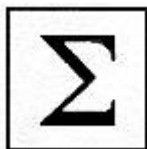
První informace o léčbě vrozených vad a úrazů lze získat z archeologických nálezů, dochovaných tradic či uměleckých děl od sochařských znázornění některých ortopedických vad v Egyptě přes řecké vázy až po středověké rytiny a pozdější obrazy, na nichž jsou zachycena různá postižení nebo léčebné zákroky.

*Staří Řekové hledali při léčbě pomoc u svých bohů. Apollón byl i bohem lékařství, léčil i starý Kentaur Cheiron, u kterého se učil Apollónův syn Asklépios. S kultem boha Asklépia je spojen i vznik prvních nemocnic kolem jeho svatyní. Jeho potomkem byl lékař **Herakleitos**, u kterého vystudoval medicínu jeho vlastní syn **Hippokrates**, který se svými žáky sepsal **Corpus Hippocraticum** (5. až 3. stol. př. n. l.). Zde je přesně popsán např. pes equinovarus a jeho postupný redres s názorem dodnes platným, že léčení musí začínat od narození. Je zde rovněž podrobně popsána pozvolná reposeice vrozeného vykloubení kyčlí. V části o kostech a kloubech jsou přesně vypracované návody reposeice luxovaných kloubů, léčení zlomenin podélným tahem a popsány fixační obvazy ze směsi želatiny, hlíny a škrobu. Léčení vad páteře je doporučeno provádět rumpálovou extensí na extenčním stole (scamnum Hippocratis) s tlakem na gibbus. Jsou tu také popsány masáže, fyzikální terapie, důležitost pobytu na zdravém vzduchu. Hippokrates zdůrazňuje zásadu, že pohyb sílí, nečinnost oslabuje a učí, že lékař svou činností jen pomáhá přírodě: „Lékař léčí, příroda uzdravuje“. Jeho životním heslem se stalo: „Salus aegroti, lex suprema esto“ („Zdraví nemocného budiž nejvyšším zákonem“).*



Ve starém Římě dobře prováděli práci lékařů otroci, především z oblasti Řecka. Nejslavnější z nich byl Galenos (1. stol. n. l.). Je autorem latinského „Sedare dolore divinum est“ (Tišiti bolesti je božské.).

***Středověk** znamenal nejen úpadek, ale i vznik tzv. **mnišské (klášterní) medicíny** s uchováním starých spisů a jejich studiem. Zbožnění medicíny pokračovalo stanovením svatých, pomáhajících v případě jednotlivých nemocí (např. sv. Roch, ochránce před morem, sv. Apolonia, ochránkyně před bolestmi zubů, sv. Erasmus, ochránce před nemocemi střev, sv. Vavřinec, ochránce před bolestmi zad, sv. Vít u neurologických nemocí). Za patrony lékařů obecně byli a jsou dosud považováni sv. Kosma a sv. Damián, proslavení transplantací bérce a chodidla po jimi provedené amputaci, která je často zobrazována na středověkých obrazech. Nacházejí se i na universitních insigniích a i ve znaku ČLK. Církevním rozhodnutím z roku 1130 byla medicína v kláštorech nakonec zakázána. Později si však výskyt různých morových ran, válečných poranění atd. vynutil zakládání prvních „špitálů“ za branami větších měst. Vzdělanější lidé začali odmítat představy, že těžká vrozená postižení jsou dílo d'áblovo (pro podobnost řady ortopedických vad s tehdy uznávanými atributy d'áblovy podoby– koňská noha, ocas, rohy, ochlupení, pokrčená kolena, sedlový nos). Na rozvoj medicíny mělo značný vliv zakládání lékařských škol (první v Salernu v 11. století) a především univerzit s výukou medicíny (Paříž 1100, Bologna 1113, Oxford 1167, Montpellier 1181), kde vynikla řada zakladatelů medicínských oborů.*



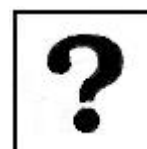
Shrnutí kapitoly

- Pletenec pánevní tvoří spojení pánevních kostí a křížové kosti. Křížová kost, kostra pánve a kyčelní klouby tvoří podpěrný systém, jehož jednotlivé články tlumí a přenášejí nejen zatížení horní poloviny těla, ale působí také v opačném směru – při přenosu sil z dolních končetin na osový skelet.
- K funkcím pánve patří ochrana vnitřních orgánů, úponová oblast pro řadu důležitých svalů pelvifemorální oblasti, pánevního dna a trupu, převod zátěže mezi osovým orgánem a dolními končetinami, stabilní, mírně pružící báze pro páteř.

- Pro spojení s páteří hrají důležitou roli sakroiliakální skloubení, která umožňují jak mírnou pohyblivost v této oblasti, tak dostatečnou míru stability.
- Kyčelní klouby jsou kořenové klouby dolních končetin. Jedná se o klouby kulové omezené, kongruentní. Jsou nosné, udržující hmotnost pánve a trupu. Jamku kyčelního kloubu tvoří retabulum na pánevní kosti.
- K patokineziologii v této oblasti patří poruchy fyziologických pohybů pánve a kyčelních kloubů ve smyslu omezení rozsahu pohybu (pozitivní kloubní vzorec), což si vynucuje změnu pohybových programů, změnu chůzového rytmu, chronické bolesti a vznik degenerativních poruch.

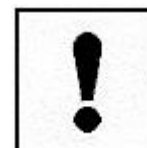
Kontrolní otázky a úkoly:

1. Jaké funkce plní pletenec pánevní?
2. Jaký vztah má pletenec pánevní k ostatním segmentům pohybového systému?
3. Jaký význam má svalstvo pánevního dna pro stabilizaci páteře?
4. Jaké vrozené a získané vady kyčelního kloubu znáte? Jaký vliv mají na provádění běžných denních, pracovních a sportovních činností?



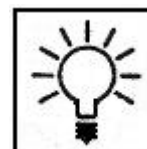
Úkoly k textu

1. Zopakujte si znovu informace, které souvisí s posturálně-lokomočními funkcemi (viz Úvod do obecné a vývojové kineziologie) ve vztahu k pletenci pánevnímu.



Otázky k zamyšlení:

1. Které sporty vyžadují nadměrnou zátěž na kyčelní klouby a proč?
2. Které pohybové aktivity působí projektivně na oblast pletence pánevního? Co byste doporučili rodičům dítěte s vrozeným vykloubením kyčlí?
3. Jaký vliv může mít vrozené vykloubení kyčlí u dívek na jejich těhotenství?





Korespondenční úkoly

1. Vypracujte kineziologickou analýzu u pacienta s traumatologickým postižením pánve nebo s TEP kyčelního kloubu. Zpracovaný protokol vložte do e-kurzu na moodle.



Citovaná a doporučená literatura

COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Praha: Grada, 2001. 516 s. ISBN 978-80-7169-970-5.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.

DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.

JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.

KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.

KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.

Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/index.php>.

VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

3 Kineziologie a patokineziologie kolenního kloubu

V této kapitole se dozvíte:

- základní údaje o kineziologii kolenního kloubu a patokineziologických aspektech, které zde způsobují funkční a organické poruchy.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat jednotlivé struktury kolenního kloubu;
- vysvětlit kineziologické aspekty fungování kolenního kloubu ve vztahu k dalším segmentům pohybového systému;
- objasnit patokineziologické děje v dané oblasti.

Klíčová slova kapitoly: kolenní kloub, kineziologie kolenního kloubu, patokineziologie kolenního kloubu.

Průvodce studiem

V této kapitole se dozvíte základní údaje, týkající se kineziologických a patokineziologických aspektů kolenního kloubu. Jedná se o důležitý nosný kloub, který bývá často poškozen. Je proto důležité věnovat této kapitole náležitou pozornost. Získané informace z přednášek si ověřujte v doporučené literatuře a elektronických zdrojích. Přemýšlejte o faktech a zasazujte si je do příčinného kontextu, abyste je mohli využít ve své budoucí praxi.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodiny, tak se pohodlně usadte a nenechte se nikým a ničím rušit.



3.1 Funkční anatomie kolenního kloubu

Kolenní kloub je složený, největší kloub v těle. Artikulují zde tři kosti: femur, tibia a patela. Jedná se o kloub inkongruentní. Kloubní hrboly femuru jsou v příčném i předozadním směru složitě zakřiveny. Zakřivení kloubních ploch se směrem dozadu spirálovitě stupňuje a není vzhledem k prostorové orientaci a tvaru obou kondylů zcela stejné. Zevní kondyl je menší, stojí téměř sagitálně



a vyčnívá více dopředu, zatímco větší vnitřní kondyl se k němu svým předním okrajem stáčí a přibližuje. Protože kloubní plochy na tibií jsou téměř ploché, kloubní plochy obou kostí si tvarem ani velikostí neodpovídají a femur se při pohybu dotýká tibie vždy jen na malé ploše.



Menisky jsou lamely složené na obvodu z hustého vaziva, které přechází ve vazivovou chrupavku, vyrovnávají inkongruenci styčných ploch obou kostí.

Liší se tvarem i velikostí

- **Meniscus medialis** je větší a poloměsíčitý. Jeho cípy (rohy) se upínají na přední a zadní interkondylární plochu. Ve střední části je pevně srostlý s částí vnitřního kolaterálního vazy, a je tedy fixován ve třech bodech (oba cípy a střední partie) – je proto méně pohyblivý. Bývá vzhledem ke své menší pohyblivosti častěji poškozen (až v 95 % případů).
- **Meniscus lateralis** je téměř kruhový. Pokrývá téměř celou plochu zevního kondylu tibie. Je upevněn prakticky v jediném místě – přední a zadní cípy se téměř dotýkají – proto je zevní meniskus i značně pohyblivý, zvláště při mírných flexích v kolenním kloubu. Jeho přední cíp se upíná v blízkosti předního zkříženého vazy, který do něj někdy vysílá i ojedinělá vlákna.

Funkce: menisky jsou vystaveny značné zátěži. Ve stoji absorbují asi 50 % tlaku působícího na kloub. Při flexi stoupá tato hodnota až na 90 %. Tomuto přetížení odpovídá i chemická stavba obou chrupavek (proteoglykany – převládají v předních cípech obou menisků, které jsou nejvíce tlakově zatíženy).

Kloubní pouzdro je v přední části velmi slabé a na síle nabývá až v oblasti postranních vazů. Zesiluje ho řada vazů: **postranní vazy (lig. collaterale tibiale, lig. collaterale fibulare)** **azkřížené vazy – ligg. cruciata genus (lig. crutiatum anterior – LCA, lig. crutiatum posteriori – LCP).**

- **LCP** je asi o 1/3 silnější než LCA a je nejsilnějším vazem kolenního kloubu. Brání posunu bérce dozadu a omezuje zevní rotaci. Agonisty LCP je m. quadriceps.

- **LCA** omezuje posun tibie dopředu. Je nejvíce zatížen při vnitřní rotaci bérce, zvláště je-li koleno v hyperextenzi. Agonisty LCA jsou hamstringy.

Funkce zkřížených vazů: klíčovou roli hrají při redukci torzních pohybů v kolenním kloubu, kdy spolupracují s postranními vazy.

Stabilizátory kolenního kloubu:

- **statické:** tvar kloubních ploch, vazy, kloubní pouzdro, menisky;
- **dynamické:** svaly kolenního kloubu (extenční, mediální a laterální).



Extenční stabilizátory:

M. quadriceps femoris – je jediný extenzor kolenního kloubu a současně i hlavní dynamický stabilizátor pately. Je 3x silnější než kolenní flexory. U člověka se utvářel současně s vývojem vzpřímené chůze a umožňuje tuto formu lokomoce. Svým objemem pomáhá stabilizovat kolenní kloub v sagitální rovině a svým anatomickým uspořádáním stabilizuje koleno při rotaci.

- **M. vastus intermedius** je ze všech hlav nejmohutnější a leží nejhluběji. Vytváří silnou centrální šlachu upínající se na bázi pately. Její okrajové snopce srůstají s mediálním a laterálním vastem. Z dorzální plochy svalu se odštěpují 2–4 variabilní snopce, které vytvářejí **m. articularis genu**. Při pohybech napíná pouzdro a zároveň jej táhne proximálně, čímž zabraňuje jeho uskřínutí mezi kloubní plochy.
- **M. rectus femoris** je biartikulární, ale představuje pouze 1/5 síly celého kvadricepsu a sám nedokáže plně extendovat koleno.
- **M. vastus medialis** – má dvě funkčně rozdílné části:
 - **proximální vlákna (m. vastus medialis longus)** probíhají téměř vertikálně a s osou femuru svírají úhel 15°–20°, působí jako extenzor;
 - **distální vlákna** probíhají více horizontálně a s osou femuru svírají úhel cca 50°. Spolu s částí šlachy m. adductor magnus tvoří **m. vastus medialis obliquus**. Stabilizuje patelu v sulcus femoralis a brání lateralizaci pately při pohybu.

- **M. vastus lateralis**
 - **m. vastus lateralis longus**– longitudinálně probíhající vlákna;
 - **m. vastus lateralis obliquus** – distální vlákna v úhlu 25°–40° k anatomické ose femuru. Funkce této části je antagonistická k m. vastus medialis obliquus.

Osa tahu kvadricepsu směřuje na bérci lehce mediálně. Osa lig. patellae je odkloněna mírně laterálně. Obě osy svírají poměrně ostrý 10–15° tzv. **Q úhel**.

Mediální skupina stabilizátorů

- **Vnitřní postranní vaz.**
- **Pes anserinus** je tvořen šlachami m. sartorius, m. gracilis a m. semitendinosus.
- **Šikmý kapsulární vaz** je zesíleným vláknem dorzální třetiny pouzdra.
- **M. semimembranosus**– úpon se dělí se na 4 části: mediální se upíná pod vnitřní postranní vaz, ventrální končí na zadním rohu mediálního menisku, distální srůstá s povrchovými vlákny m. popliteus a laterální se upíná na tibií ve stejné úrovni jako vnitřní postranní vaz.
- **Lig. popliteum obliquum.**
- **Caput mediale m. gastrocnemii.**

Laterální skupina stabilizátorů

- **Tractus iliotibialis** –ventrální snopce srůstají s m. vastus lateralis a upínají se na zevní stranu česky.
- **Zevní postranní vaz.**
- **M. biceps femoris.**
- **Lig. popliteum arcuatum.**
- **M. popliteus** – má značný stabilizační význam. Jeho šlacha svým průběhem zesiluje kloubní pouzdro, tonizuje lig. popliteum arcuatum a dynamicky stabilizuje laterální kondyl femuru.
- **Caput laterale m. gastrocnemii.**

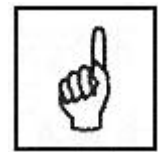
Articulatio tibiofibularis je kloubní spojení hlavice fibuly s tibií. Zpevňuje jej **lig. capitis fibulae anterius** a **posterius**.

Patelofemorální skloubení je skloubení pately a femuru. Patela se při pohybech v kolenním kloubu pohybuje v interkondylárním žlábků.

Patela (čěška) je sezamská kost. Díky různě směřovaným úponům čtyřhlavého stehenního svalu velmi komplikovaně stabilizována. Má značný význam na uspořádání extenzního aparátu kolenního kloubu. To záleží na vzájemném vztahu jeho složek. Při stahování stehenního svalu má patela tendenci posouvat se zevně, to ji ale neumožní vazy, kterými je fixována.

3.2 Kineziologické aspekty

V kolenním kloubu probíhají různé druhy pohybu: valivý, translační a rotace. Kolenní kloub nemá stálou osu pohybu – tase mění podle stupně flexe. Někdy se proto také mluví o *instantním rotačním centru*.



Pohyby kolenního kloubu

- **Flexe** – je možná v rozsahu 130–160°. Prvních 5° je provázeno tzv. *počáteční rotací*. Zevní kondyl femuru se otáčí, vnitřní se posouvá. V této fázi pohybu se kolenní kloub odemkne. Následuje *valivý pohyb* – femur se valí po tibií a po obou meniscích. V závěrečné fázi flexe se zmenšuje kontakt femuru s tibií a menisky se posunují po tibií dozadu. Flexe se dokončuje v menisko-tibiálním spojení, přičemž posun zevního menisku po tibií je mnohem větší (asi 12 mm) než posun vnitřního menisku (asi 6 mm). Flexe jistí zkřížené vazy, které brání posunům artikulujících kostí. Čěška klouže při flexi distálně.
- **Extenze** – je nulová. Jedná se o základní postavení kolenního kloubu, kdy je kolenní kloub tzv. zamknutý. Jsou napjaty postranní vazy a vazy na zadní straně kolenního kloubu. Celý proces návratu z flexe do nulového postavení probíhá opačně až k závěrečné rotaci opačného směru, která extendovaný kloub opět uzamkne. Čěška klouže při extenzi proximálně. Rozsah jejího posunu je 5–7 cm.
- **Rotace** – **vnitřní** v rozsahu asi 15°, **zevní** v rozsahu asi 20°. Rozsah rotací se zvětšuje s rostoucí flexí a největší hodnoty dosáhne při flexi 45–90°. Většina flexorů kolenního kloubu má rotační účinek. Naopak

zatížení kolenního kloubu může rotace omezit. Při vnitřní rotaci tibie se zkřížené vazy na sebe navíjejí, při zevní rotaci tibie relaxují.

3.3 Patokineziologické aspekty

3.3.1 Postižení pately



Patelofemorální postižení (patelofemorální syndrom) je bolestivý syndrom v oblasti kolenního kloubu. Příčiny jsou multifaktoriální. Patela má při kontrakci quadricepsu tendenci k laterálnímu posunu (efekt napjatého luku). Je-li Q úhel větší než 20° (dysbalance m. quadriceps při atrofii mediálního vastu), dochází k subluxaci ve patelofemorálním skloubení. Mezi další **vnitřní** faktory patří anatomické odchylky (**malalignment syndrom**) – anomální vztah mezi interkondylárním žlábkem femoru a kloubní plochou pately. Jedná se o odchylky od fyziologického postavení osy kolena (genu varum, valgum), anomální postavení pately (patella alta, baja), tvar a vzájemné postavení kloubních ploch česky. Hypermobilní patela, svalové dysbalance v kombinaci s malalignment syndromem determinují silové poměry uvnitř kolenního kloubu – snížení kontaktní plochy a následné přetížení zátěžových částí kloubních ploch. Tlakové síly mezi kondyly femoru a interkondylárním žlábkem a kloubní plochou česky jsou za normálních podmínek při pohybu kloubu rozloženy rovnoměrně na zátěžovou kloubní plochu. Při malalignment syndromu jsou tlakové poměry změněny a některé části kloubní plochy jsou více zatíženy a jsou postupně přetěžovány a více opotřebovány.

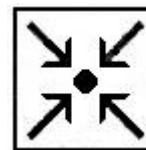
Zevní faktory: akutní úrazy jsou přímou příčinou poškození nitrokloubních struktur vedoucích k následným potížím. Patela, která je umístěna v podkoží, je velmi lehce zranitelná. Kloubní chrupavka je citlivá na přímý náraz a zvýšený tlak, takže kontuze i luxace pately jsou velmi častými příčinnými faktory poškození. Opakované drobné nárazy mohou být příčinou mikrotraumatizace a vznikem trvalých poruch.

Nevhodné pohybové návyky, zejména nedostatek dynamického pohybu, statické přetížení v nevhodných flekčních polohách apod. jsou faktory

ložiskového přetěžování pately. Naopak dynamický pohyb s rovnoměrným zatěžováním chondrálního krytu přímo zlepšuje kvalitu nitrokloubních struktur.

Příklad:

- *sedavá zaměstnání se skrčenými koleny pod židlí,*
- *práce v dřepu – např. v zahradnictví, na dlažbě,*
- *zátěž v nákleku, podřepu a v hlubokém dřepu –např. některé sportovní aktivity – odbíjená, sjezdové lyžování, snowboarding.*
- *Příkladem vhodného zatěžování kolenního kloubu je chůze bez zátěže břemenem, cyklistika nebo běžecké lyžování.*



3.3.2 Postižení měkkých tkání kolenního kloubu

Kolenní kloub je velmi zatížený nosný kloub, který bývá velmi často přetížen. Anatomicky i biomechanicky je velmi složitý. Je-li narušena souhra stabilizátorů kolenního kloubu, může snadno dojít k akutnímu nebo chronickému postižení kolenního kloubu.



Poškození zkřížených vazů

Poškození LCA patří k nečastějším sportovním úrazům. K nejčastějším mechanismům úrazu LCA patří

- zvedání se z podřepu plnou silou extenzorů,
- pohyby, ve kterých se kombinuje flexe, valgozita a zevní rotace nebo flexe, varozita a vnitřní rotace,
- dopad na nataženou, rotovanou dolní končetinu.

Hamstringy dynamicky podporují funkci LCA (preaktivace hamstringů před vasty a mm. gastrocnemii). Navíc je nutná vzájemná vyvážená souhra mediálních hamstringů s m. biceps femoris kvůli správnému načasování a z něj vycházejícího rozložení momentů sil. Mediální hamstringy musejí být včas a dostatečně aktivovány. Pokud je více aktivován m. biceps femoris, destabilizuje kolenní kloub vůči silám vnitřně rotujícím femur oproti tibi. Tato situace může nastat při dlouhodobé insuficienci LCA a po náhradě LCA štěpem z m. semitendinosus nebo m. gracilis.

Poškození postranních vazů vede k nestabilitě kolena. K poškození těchto vazů dochází při podvrtnutí, kdy dochází k násilnému deformování kolene do valgozity (je poškozen mediální postranní vaz) nebo do varozity (je poškozen laterální postranní vaz). Dochází k tomu v situacích, kdy je bérec fixován a tělo se setrvačností pohybuje na vnitřní nebo zevní stranu. Může dojít k natažení, částečnému nebo úplnému přetržení vazů.

Poškození menisků – častěji dochází k poškození mediálního menisku, který je pevněji fixován ke kolennímu kloubu. S věkem dochází k úbytku vody a kolagenních vláken ve vazivové chrupavce, která tvoří menisky. Pak stačí k poranění i velmi malý podnět. Při poškození menisků je narušena jejich schopnost tlumit nárazy.

Nešťastná triáda – při velkém násilí jsou poškozeny současně postranní vaz, zkřížený vaz a meniskus. Tím jsou zničeny důležité stabilizátory kolenního kloubu a vzniká značná nestabilita kolenního kloubu.

Gonartróza – je nezánettivé degenerativní onemocnění kolenního kloubu s nadměrným opotřebením kloubních chrupavek, subchondrální sklerózou, osteofyty a změnou synovie. Postihuje mediální či laterální femorotibiální nebo femoropatelární kompartment. Příčiny jsou jak primární (idiopatické), nebo sekundární v kloubu, který byl postižen předchozím onemocněním (vrozené vady kolenního kloubu, artritidy, aseptické nekrózy, úrazy atd.).

Část pro zájemce



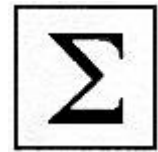
Vrozené luxace pately u dětí

Kongenitální, resp. habituální luxace pately, patří mezi nejčastější patologie v oblasti dětského patelo-femorálního kloubu. Vznikají na podkladě vrozené poruchy, abnormality či vrozené anatomické variace pately. K vrozené luxaci pately dochází při poruše vnitřní rotace myotomu, při které dochází k deformaci femuru, quadricepsu a extenzorového aparátu. Tato porucha vzniká v období od 8. do 10. týdne embryonálního vývoje. Luxace se většinou projeví časně po porodu jako genu valgum s flekční kontrakturou a zevní rotací tibie, nasedající hypoplastickou patelou. Pokud je funkce extenzorového aparátu poškozena pouze minimálně, může dojít k záhytu vady později nebo

může být ponechána bez povšimnutí. Toto opomenutí může vést k předčasným degenerativním změnám či změně funkčnosti kolenního kloubu.

Shrnutí kapitoly

- Kolenní kloub je složený, největší kloub v těle. Artikulují zde tři kosti: femur, tibia a patela. Jedná se o kloub inkongruentní.
- Stabilizátory kolenního kloubu jsou statické (tvar kloubních ploch, vazy, kloubní pouzdro, menisky) a dynamické (svaly kolenního kloubu extenční, mediální a laterální).
- Patelofemorální skloubení je skloubení pately a femuru.
- Articulatio tibiofibularis je kloubní spojení hlavice fibuly s tibíí.
- Pohyby v kolenním kloubu jsou možné do flexe a extenze, do vnitřní a zevní rotace tibie.
- Patokineziologie v oblasti kolenního kloubu jsou časté. Jedná se jak o poranění měkkých tkání v oblasti kolenního kloubu, tak o postižení přímo kolenního kloubu. Je tak znemožněna nebo ztížena řada posturálně-lokomočních aktivit člověka.



**Kontrolní otázky a úkoly:**

1. Jaké funkce plní kolenní kloub?
2. Jaký vztah má kolenní kloub k ostatním segmentům dolní končetiny?
3. Jaký význam má správné načasování aktivace hamstringů, m. quadriceps a mm. gastrocnemii pro stabilitu kolenního kloubu?
4. Které měkké tkáně mohou být v oblasti kolenního kloubu postiženy a jakým mechanismem? Jaký dopad mají tato poranění na provádění běžných denních, pracovních a sportovních činností?

**Úkoly k textu**

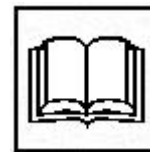
1. Zopakujte si znovu informace, které souvisí s posturálně-lokomočními funkcemi (viz Úvod do obecné a vývojové kineziologie) ve vztahu ke kolennímu kloubu při chůzi a běhu.

**Otázky k zamyšlení:**

1. Jaký vztah má kolenní kloub vztah k ostatním segmentům dolní končetiny?
2. Proč může být při hypoaktivitě postižen kolenní kloub?
3. Může otok v oblasti kolenního kloubu ohrozit člověka na životě?

**Korespondenční úkoly**

1. Vypracujte kineziologickou analýzu u pacienta s traumatologickým postižením kolenního kloubu. Zpracovaný protokol vložte do e-kurzu na moodle.

Citovaná a doporučená literatura

- BERNACIKOVÁ, Martina; KALICHOVÁ, Miriam; BERÁNKOVÁ, Lenka. Základy sportovní kineziologie [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, 2010 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z WWW: <http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/index.html>
- COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.
- ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Praha: Grada, 2001. 516 s. ISBN 978-80-7169-970-5.
- DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.
- DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.
- HAVLAS, Vojtěch, Jan KOTAŠKA, Richard PADĚRA a Alena SCHEJBALOVÁ. Vrozené poruchy a anatomické variace pately u dětí a dospívajících [online]. *Pediatr. praxi*, 2012, 13(1): 29-32 [cit. 2013-08-30]. Dostupné z WWW: <http://www.bing.com/search?PC=UP22&dt=052013&q=vrozen%c3%a9+va+dy+kolenn%c3%adho+kloubu&src=IE-SearchBox&first=31&FORM=PERE2>.
- JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.
- KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.
- KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.
- Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/index.php>.
- VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy.* Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement.* John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

4 Kineziologie a patokineziologie oblasti nohy a hlezna

V této kapitole se dozvíte:

- základní údaje o kineziologii a patokineziologii oblasti hlezna a nohy.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat jednotlivé struktury tvořící oblast nohy;
- vysvětlit kineziologické aspekty fungování nohy a hlezna ve vztahu k dalším segmentům pohybového systému;
- objasnit patokineziologické děje v dané oblasti.

Klíčová slova kapitoly: hlezenní kloub, noha, klenba nožní, kineziologie nohy, patokineziologie nohy.

Průvodce studiem

V této kapitole se dozvíte základní údaje, týkající se kineziologických a patokineziologických aspektů hlezna a nohy. Nohy nám umožňují řadu činností, bez nohou je člověku krušně. Tato oblast je velmi zajímavá. Otevírá se před Vámi široká oblast, plná otázek, záhad a neúplných odpovědí. Očekáváme od Vás zapojení a plné soustředění.

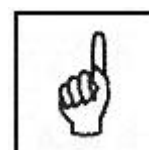
Získané informace z přednášek si ověřujte v doporučené literatuře a elektronických zdrojích. Přemýšlejte o faktech a zasazujte si je do patřičného kontextu, abyste je mohli využít ve své budoucí praxi.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodiny, tak se pohodlně usadte a nenechte se nikým a ničím rušit.



4.1 Funkční anatomie oblasti nohy a hlezna

Noha je konečným článkem dolní končetiny. Při lokomoci plní funkce statické (absorbuje energii dopadu) a dynamické (provádí odraz). Nohu tvoří 27 kostí, 107 vazů a 19 svalů. Proximálně navazuje oblast nohy na bércové kosti (tibii a fibulu).



Talus rozkládá tlak působící na nohu z proximálních segmentů. Má problematické krevní zásobení, proto hrozí aseptická nekróza při úrazech.



Klouby nohy:

- **Talokrurální kloub (art. talocruralis) – hlezenní kloub** je jednoosý kladkový kloub s jedním stupněm volnosti pohybu. Je stabilizován kolaterálními vazy (přední, zadní, postranní).
- **Subtalární kloub (art. subtalaris) – kloub zánártní** je skloubení mezi talem a kalkaneem. Je inkongruentní. Na kalkaneu je součástí válce, na talu součástí koule. Umožňuje proto větší rozsah pohybu, ale je nestabilní. Nejstabilnější je ve střední poloze, v krajních polohách je nestabilní (viz chůze po hranách nohou).
- **Talokalkaneonavikulární kloub (art. talocalcaneonavicularis)** má vlastní kloubní pouzdro.
- **Articulatio calcaneocuboidea a talonavikulární kloub** spolu vytvářejí **Chopartův kloub**. Ten vytváří kloubní linii napříč nohou. Pohyb v Chopartově kloubu je kombinací pohybů kolem dvou os (šikmé a podélné). Okolo podélné osy probíhají pohyby přední části nohy ve frontální rovině, supinace a pronace. Kolem šikmé osy probíhá dorsální flexe se současnou abdukci nebo plantární flexe se současnou addukcí. Rozsah pohybu v Chopartově kloubu je výrazně ovlivněn postavením v kloubu subtalárním.
- **Articulatio cuneonavicularis.**
- **Articulationes tarsometatarsales** – soubor těchto kloubů se nazývá **Lisfrankův kloub**.
- **Articulationes intermetatarsales.**
- **Articulationes metatarsophalangeae.**
- **Articulationes interphalangeae pedis.**



Z hlediska struktury se noha dělí na tři funkční oddíly, které oddělují linie Chopartova a Lisfrancova kloubu:

- **zánoží** je tvořeno kostí hlezenní a kostí patní,
- **středonoží** je tvořeno pěti malými tarzálními kostmi (os cuboideum, os naviculare a ossa cuneiformia),

- **předonoží** je tvořeno metatarsy a články prstů.

Při zjednodušeném dělení na dva segmenty odděluje Chopartův kloub zánoží od předonoží – v tomto případě tedy předonoží zahrnuje i středonoží.

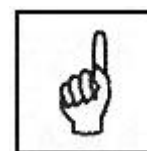
4.2 Kineziologické aspekty

Nohu lze přirovnat k dvojramenné páce s osou v talu, jejíž přední rameno tvoří tarsy, metatarsy a prsty a zadní rameno tělo a tuber kosti patní. Poměr délky těchto dvou ramen je asi 3,5 : 1. Zadní rameno páky (kalkaneus) je zatíženo 3,5x více než přední rameno (metatarzální kosti a články prstů). Kalkaneus tvoří hlavní oporu nohy a hraje důležitou úlohu v pasivní stabilitě nohy.

Klenba nožní – zdravá noha se opírá o terén ve třech bodech (I. a V. metatars a patní kost). Mezi těmi hlavními body se vypínají klenby. Když stojí nohy vedle sebe, utváří kupolovitou klenbu. Tato klenba není strnulá. Pomocí šlach a vazů se tlumí otřesy vzniklé při chůzi. Na jejím aktivním vytváření se podílí jak dlouhé svaly (m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. flexor hallucis longus, m. flexor digitorum longus, m. peroneus longus a brevis), tak krátké svaly nohy (zejména m. quadratus plantae). Stav klenby nožní závisí na stavu dlouhým svalů a na funkčnosti vlastních svalů nohy.

Funkce nožní klenby:

- **aference** – monitoring terénu (propriocepce – základní monitoring pro těžiště těla, exterocepce – monitoruje kontaktní plochu terénu (detekce rizika, kvalitu, ostrost, teplo atd.);
- **nosné funkce** – báze opory, základ pro lokomoci (pohlcování a uvolňování energie), tlumení nárazů (s dopadem na přetěžování nosných kloubů a páteř);
- **pedipulační funkce** (uchopování předmětů a jejich používání pomocí svalů nohy, schopnost nohy přizpůsobovat se tvarům předmětů).



Pohyby nohy

- **dorzální flexe:** 20–30°
- **plantární flexe:** 30–50°

Protože laterální kotník leží kaudálněji než mediální, je průběh osy šikmý, takže výsledkem pohybu je kromě dorzální a plantární flexe současně i pohyb v rovině transverzální a frontální, tedy inverze a everze nohy (při plantární flexi inverze a při dorzální flexi everze):

- dorzální flexe je spojená s pronací a abdukcí (**everze**);
- plantární flexe je spojená se supinací a addukcí (**inverze**).



Každý pohyb v hleznu je spojen s rotací fibuly. Při plantární flexi se napíná přední talofibulární vaz (lig. talofibulare anterius) a táhne fibulu vpřed, distálně a do vnitřní rotace. Při dorzální flexi se fibula tahem zadního tibiofibulárního vaz (lig. tibiofibulare posterius) posunuje dorzálně a proximálně. Tím se mění průběh snopců lig. tibiofibulare anterius na více horizontální, což umožňuje zevní rotaci fibuly. Normální rozsah pohybu v hlezenním kloubu je 20 ° dorzální a 30 – 50 ° plantární flexe.

Flexe v koleni je spojena s vnitřní rotací bérce a talu a pronací v subtalárním kloubu. Tím dojde k odemknutí Chopartova kloubu (osy kalkaneokuboidního a talonavikulárního kloubu jsou paralelní), což umožní přizpůsobit plošku nohy povrchu podložky. Extenze v kolenním kloubu je spojena se zevní rotací tibie a talu a supinací v subtalárním kloubu. Tím dojde k uzamknutí Chopartova kloubu. Takto se noha stává rigidní pákou, díky níž lze využít stah m. triceps surae pro odraz.

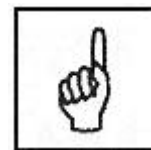


Při chůzi nebo běhu dopadne chodidlo na zem nejprve vnější stranou paty a pronuje v hleznu (přibližně 5%), až se dostane zcela do kontaktu se zemí a může tak správně podpořit váhu našeho těla. Tento pohyb chodidla optimálně rozloží síly vznikající při došlapu. Tato pronace umožňuje pohlcování nárazů chodidel o zem při běhu a chůzi. Na konci cyklu se chodidlo zvedne rovnoměrně z přední části chodidla a palců. Lidé s normální pronací hlezna mají normální klenbu.

Vnitřní svaly nohy se aktivují při adaptaci na terén a nastavují profil nohy při udržování vzpřímeného držení. Vnější svaly nohy slouží k udržování stabilní polohy ve vzpřímeném stoji, mají vliv na udržování klenby nožní a slouží k odvíjení chodidla při chůzi.

4.3 Patokineziologické aspekty

Patologie v oblasti nohy souvisí zejména s poklesem nožní klenby (plochonoží) nebo s vysokým nártem. Obě tyto situace svým nositelům mohou činit potíže a způsobit artrózu kloubů nohy.



Nadměrná pronace (více než 5%) – chodidlo a kotník mají problém stabilizovat tělo a šok z dopadu není dostatečně absorbován. Způsobuje výrazné zkroucení chodidla, holeně i kolena a může vést k bolesti ve všech těchto oblastech. Na konci cyklu se chodidlo zvedne ze země s využitím zejména palce, který tak musí odvést všechnu práci. Lidé s nadměrnou pronací mají většinou **ploché nohy**.

Nedostatečná pronace (méně než 4 %) – síly jsou při dopadu soustředěny na menší plochu chodidla (vnější část) a nejsou rozloženy rovnoměrně. Chodidlo je málo flexibilní a trpí při dopadech nedostatečným tlumením, což může vést k problémům v oblasti chodidel a kolena. Při dokončení cyklu se chodidlo zvedne ze země přes svou přední vnější část a prstce. Lidé s nedostatečnou pronací mají většinou **vysokou klenbu**.

Existuje celá řada nemocí, které souvisejí se vznikem vad v oblasti nohou a prstů. Příčiny mohou být vrozené (viz vrozené vady nohou) nebo získané (digiti hamati, halux valgus atd.), zejména při nošení nevhodné obuvi, při zaměstnání v dlouhodobém stoji atd.

Vrozené vady nohou: pes equinus, pes equinovarus, pes calcaneus, pes excavatus atd. vznikají většinou jako důsledek neurologického onemocnění (např. DMO).

Výsledkem všech postižení v oblasti nohy je narušená funkce nohy a nožní klenby s dopadem na posturálně-lokomoční aktivity.

Část pro zájemce

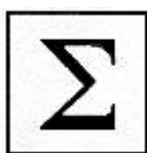
Jak správně obouvat děti

V okamžiku, kdy se dítě začíná stavět, musí obuv plnit svůj základní úkol: udržet při zatížení kolmé postavení paty k podložce. Musí tedy mít pevný opatek



a nizoučkový podpatek. Šněrování musí sahat nad kotníčky. Zásadně zajišťujeme nohy správně tvarovanou obuví nad kotníky. Teprve po rozvoji svalstva, kdy se dítě správně vyvíjí, je možno přejít na polobotky nebo sandály. Toto rozhodnutí je vysoce individuální. Platí to nejen pro obuv venkovní, ale i domácí, kterou nesmíme podceňovat zvláště vzhledem k času, který dítě doma nebo v kolektivních zařízeních tráví.

Dítě se musí doma přezouvat – pro udržení správného mikroklimatu nohy je změna potřebná. Děti by neměly chodit doma bosy nebo v ponožkách. Chodit bosý je zdravé, ale v přírodním terénu, po trávě, písku, oblázcích či strništích, nikoliv doma po plochých podlahách byť vystlaných kobercem! Doma patří na nohy obuv, která splňuje výše zmíněná kritéria. Nesmí jít o obuv starou, sešlapanou či deformovanou. U vadně se rozvíjející nohy musí být domácí obuv prakticky podobná té venkovní, i když může být lehčí a prodyšnější. Správně se rozvíjející noha může užívat různé domácí sandály s různými i mírně dráždivými stélkami či příčným páskem, podporujícím „úchopovou“ funkci chodidla. Sportovní obuv nepatří do domácnosti ani na celodenní nošení, zejména u dětí. Pro děti zvláště v prvních letech života a ve školním věku do 10 let bychom bez výjimky měli kupovat klasickou správně stavěnou obuv. Musíme si uvědomit, že obuv je vyráběna regionálně (někdy mezinárodně, u nás celostátně) na tzv. kopyta, což jsou zprůměrované velikosti a tvary nohou z populace příslušného regionu. Rozhodně i při evropských rozdílech neodpovídá především noha evropská nohám obyvatel Asie a není tedy radno kupovat lacinou obuv u stánkařů. Neodpovídá totiž ani kvalitou materiálu (většinou se všem potí nohy, podešve jsou neohebné), ani typem chodidla, ani svým provedením požadavkům a stavbě nohy našich dětí, a samozřejmě ani dospělých. Pohodlnost této obuvi je zdánlivá. Hrozí obtíže a bolesti malíkové hrany chodidla, bolesti v oblasti paty, bolesti v nášlapových zónách při technických chybách provedení a nesprávném stavu stélky. (Převzato z článku doc. MUDr. Václava Smetany, 2001).



Shrnutí kapitoly

- Noha je konečným článkem dolní končetiny. Při lokomoci plní funkce statické (absorbuje energii dopadu) a dynamické (provádí odraz). Nohu tvoří

27 kostí, 107 vazů a 19 svalů. Proximálně navazuje oblast nohy na bércové kosti (tibii a fibulu).

- Z hlediska struktury se noha dělí na tři funkční oddíly, které oddělují linie Chopartova a Lisfrancova kloubu: zánoží, středonoží a předonoží.
- Pohyby v hleznu jsou dorzální a plantární flexe, everze a inverze.
- K funkcím nožní klenby patří monitoring terénu, nosné funkce (pohlcování a uvolňování energie), tlumení nárazů (s dopadem na přetěžování nosných kloubů a páteř) a pedipulační funkce (uchopování předmětů a jejich používání pomocí svalů nohy, schopnost nohy přizpůsobovat se tvarům předmětů).
- Patologie v oblasti nohy souvisí zejména s poklesem nožní klenby (plochonoží) nebo s vysokým nártem. Obě tyto situace svým nositelům mohou činit potíže a způsobit artrózu kloubů nohy.

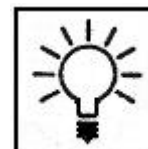
Kontrolní otázky a úkoly:

1. Jak se člení noha?
2. Jaké funkce plní noha?
3. Jaký význam má nožní klenba?
4. Jaké patologie se nejčastěji objevují v oblasti nohy a hlezna?



Otázky k zamyšlení:

1. Proč se lidstvo postavilo na dvě dolní končetiny?
2. Jaký vztah má noha k ostatním segmentům dolní končetiny?



Citovaná a doporučená literatura

BERNACIKOVÁ, Martina; KALICHOVÁ, Miriam; BERÁNKOVÁ, Lenka.

Základy sportovní kineziologie [online]. Brno: Fakulta sportovních studií

Masarykovy univerzity, 2010 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z WWW:

<http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/index.html>

COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia:

Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-

247-1648-0.



- DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.
- JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.
- KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.
- KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.
- Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/index.php>.
- SMETANA, Václav. *Od nohy k obuvi* [online], 2001 [citace 13-08-31]. Dostupné z <http://www.detskaobuv.cz/o-detske-obuvi/rady-lekaru-a-odborniku/od-nohy-k-obuvi/>.
- VAŘEKA, Ivan a Renata VAŘEKOVÁ. Klinická typologie nohy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2003, 10 (3), 947-102.
- VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.
- VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
- WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

5 Kineziologie a patokineziologie pletence ramenního

V této kapitole se dozvíte:

- základní údaje o kineziologii a patokineziologii pletence ramenního.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat jednotlivé struktury tvořící pletenec ramenní;
- vysvětlit kineziologické aspekty fungování pletence ramenního ve vztahu k dalším segmentům pohybového systému;
- objasnit patokineziologické děje v dané oblasti.

Klíčová slova kapitoly: pletenec ramenní, lopatka, klíček, ramenní kloub, kineziologie pletence ramenního, patokineziologie pletence ramenního.

Průvodce studiem

V této kapitole se dozvíte základní údaje, týkající se kineziologických a patokineziologických aspektů pletence ramenního. Dostáváme se k funkcím horní končetiny. Ta má zásadní význam pro typicky lidské činnosti. Proto věnujte této kapitole pozornost. Získané informace z přednášek si ověřujte v doporučené literatuře a elektronických zdrojích. Přemýšlejte o faktech a zasazujte si je do patřičného kontextu, abyste je mohli využít ve své budoucí praxi.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodiny, tak se pohodlně usadte a nenechte se nikým a ničím rušit.



5.1 Funkční anatomie pletence ramenního

Pletenec ramenní tvoří

- **pasivní komponenta** – hrudní kost, klíční kost, lopatka, pažní kost a jejich spoje (akromioklavikulární kloub, sternoklavikulární kloub, glenohumerální kloub a funkční spojení thorakoskapulární a subakromiální);



- **aktivní komponenta** – svaly. Přes ramenní kloub probíhá celkem 11 různých svalů, z nichž 7 má poměrně těsný vztah ke kloubnímu pouzdru. Zbývající svaly se upínají či začínají v okolí kloubu, aniž by s jeho činností významněji souvisely.

K nejdůležitějším vazům zpevňujícím pletenec ramenní patří:

- **sternoclaviculární ligamenta:** lig. sternoclaviculare anterior a posteriori;
- **acromioclaviculární ligamenta:** lig. coracoclaviculare, lig. conoideum, lig. trapezoideum;
- **scapulární ligamenta:** lig. coracoacromiale, lig. transversus, lig. transversum inferior;
- **glenohumerální ligamenta:** lig. coracohumerale, lig. glenohumerale.

Burzy – umožňují skluznost mezi povrchy tkání a tím volný a snadný pohyb. V oblasti ramenního pletence se nachází burza skapulothorakální, subakromiální a subdeltoidní. **Subakromiální burza** pomáhá proklouznutí hlavice humeru s manžetou rotátorů pod lig. coracoacromiale. Při poruše v burze nebo manžetě rotátorů dochází nejprve k překonatelné bolesti, později absolutní překážce během abdukce.

5.1.1 Klíční kost



Klíček (clavicula) je tzv. distanční kost – vymezuje vzdálenost hrudní kosti a volné horní končetiny. Zvětšuje tak možný rozsah pohybu horní končetiny, ale zároveň přenáší na hrudní kost tlak i nárazy působící na horní končetinu. Proto se i při nepřímém násilí láme – nejčastěji na hranici zevní a střední třetiny. Zvýhodňuje antigravitační stabilitu na ní navěšené a pohybující se lopatky. Poměrně složitě se pohybuje kolem SC kloubu. Laterální konec klíčku opisuje během elevace elipsu a při abdukci nad 90° navíc rotuje kolem podélné osy.

Akromioklavikulární skloubení (art. acromioclavicularis – AC) je plochý kloub, ve kterém se spojuje akromiální konec klíční kosti s nadpažkem. Čisté pohyby v AC kloubu jsou minimální posuny, které doplňují pohyby SC

kloubu. Jsou značně omezené vazy. Klíček se s lopatkou pohybuje jako funkční celek.

Sternoklavikulární skloubení (art. sternoclavicularis – SC) je složený (kulový) kloub mezi hrudní a klíční kostí. Intraartikulární disk pohlcuje drobné nárazy přenášené z klíčku na sternum. Plní funkci stabilizátoru v řetězci kostěných segmentů pažního pletence. Jsou v něm možné drobné posuny ve všech směrech:

- posunutí v transverzální rovině – protrakce, retrakce;
- posunutí podél sagitální osy ve frontální rovině – elevace, deprese;
- rotace kolem podélné osy.

Pohyby v SC a AC skloubení probíhají současně. Závisí na pohybech kloubu ramenního.

5.1.2 Lopatka

Lopatka prodělala mohutný fylogenetický vývoj, během kterého se původně malá kost postupně osamostatnila, mnohonásobně zvětšila svoji plochu a několikrát významně změnila svoji pozici. Slouží především jako plocha pro úpony svalů pohybujících pletencem horní končetiny. V základní poloze se dotýká horním úhlem druhého a dolním okrajem sedmého žebra. Pohybové možnosti lopatky jsou dány jejím svalovým závěsem a pohyblivostí AC a SC kloubu.



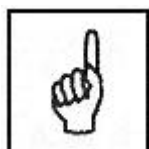
Thorakoskapulární spojení (art. scapulothoracis) tvoří vmezežené řídké vazivo, které vyplňuje štěrbiny mezi svaly na přední ploše lopatky a hrudní stěnou. Klouzavý pohyb, který toto vazivo umožňuje, je předpokladem pro pohyby lopatky. Toto spojení představuje „funkční spoj“, ve kterém pohybovou i stabilizační funkci hrají svaly pletence ramenního.

Pohyby lopatky:

- **posuvné:** elevace (55°), deprese (5°), abdukce – protrakce (10°), addukce – retrakce (10°);

- **rotační:** antevertze – pohyb dolního úhlu lopatky zevně (30°), retrovertze – pohyb směrem k páteři (30°). Sklon kloubní jamky se při rotacích mění až o 50° .

5.1.3 Glenohumerální kloub



Je to nejméně stabilní kloub v těle. Struktury ramenního kloubu charakterizuje značná morfogenetická variabilita a vulnerabilita. Glenoideální jamka je téměř plochá a konkavitu kloubu utváří labrum. Kloubní pouzdro je tenké a velmi elastické. Je zeslabeno kaudálně, směrem do podpažní jamky. Na své kaudální ploše je složeno v řasy, které zajišťují volnost abdukce. Je zeslabeno také ventrálně, v místě bursa subtendinea musculi subscapularis – těmito směry se také nejčastěji vykloubí hlavice humeru.

Hlavice kloubu je více konvexní než konkavita glenoidu – kontakt hlavice s jamkou je minimální a v kloubu převažují kluzné pohyby (tzv. gliding).

Hlavním **stabilizačním činitelem** glenohumerálního skloubení jsou svaly. Obsah kloubní dutiny se pohybuje od 20 do 30 ml, z čehož asi 1 ml tvoří synoviální tekutina. K podpoře pevnosti kloubního pouzdra přispívají také vazy a šlachy okolních svalů. Svaly a jejich šlachy, které se podílejí na zpevňování pouzdra, jsou označovány jako svaly rotátorové manžety.



Rotátorová manžeta je označení pro svaly upínající se v oblasti ramenního kloubu a svými šlachami jsou součástí pouzdra tohoto kloubu, které zároveň zesilují. Napětí těchto svalů udržuje hlavici v kloubní jamce. Je nejvíce zatěžovanou oblastí ramenního kloubu. Jedná se o svalovou masu, kterou šlacha dlouhé hlavy dvouhlavého svalu pažního, m. biceps brachii rozděluje na dvě nestejně části. Přední část je tvořena svalem m. subscapularis, který je vnitřním rotátorem, napomáhá abdukci a tlačí hlavici kosti pažní, humeru do kloubní jamky. Zadní část manžety tvoří zevní rotátory m. supraspinatus, m. infraspinatus a m. teres minor, které zabezpečují kompresi hlavice do jamky. Mechanicky nejexponovanější částí rotátorové manžety je oblast šlachy m. supraspinatus, a to zhruba 1,5 cm před úponem na velký hrbolek kosti pažní. Tato šlacha je při abdukci stlačena mezi velkým hrbolem a okrajem akromionu.

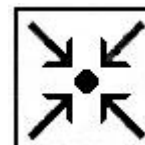
Pasivní omezení pohybu:

- geometrie kostí,
- labrum,
- struktury kloubního pouzdra a vazů,
- negativní nitrokloubní tlak(-42 mmHg); kolísá v závislosti na pozici kloubu.

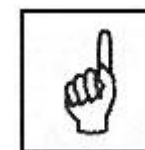
Příklad:

ve 20° abdukci je hodnota negativního nitrokloubního tlaku -83 mmHg, v 80° abdukci je tato hodnota -10 mmHg.

Defekt v tkáních kolem ramenního kloubu umožňuje vniknout atmosférickému tlaku do kloubní dutiny a efekt negativního nitrokloubního tlaku je ztracen.

**5.2 Kineziologické aspekty**

Pohyby v ramenním kloubu jsou možné ve všech třech anatomických rovinách. Je tak zajištěno, že pletenec ramenní nasměřuje ruku k cíli v rámci 360° pracovního prostoru.



- **Flexi** provádějí: m. biceps brachii, m. coracobrachialis, m. pectoralis major, přední část m. deltoideus. Do 45–60° je pohyb lopatky minimální. Při počáteční fázi dominuje rozsah pohybu v SC skloubení, v konečné fázi v AC skloubení.
- **Extenzi** provádějí: m. latissimus dorsi, m. teres major, caput longum m. tricipitis brachii, zadní část m. deltoideus.
- **Abdukci** provádějí: m. deltoideus, m. supraspinatus, caput longum m. bicipitis brachii (m. trapezius – horní část). Pro optimální provedení je nutná funkční harmonie. M. supraspinatus fixuje hlavici v jamce a umožňuje začátek abdukce. M. deltoideus produkuje polovinu síly potřebné k elevaci paže při flexi a abdukci. Má větší počet krátkých svalových vláken, která vyprodukují velkou svalovou sílu. Pro pohyb horní končetiny nad horizontálu nabývá na významu zevněrotační komponenta pohybu, která brání kontaktu tuberculum major s acromionem a s fornic humeri při 90° a umožňuje další pohyb. Další

stabilizaci provádí rotátorová manžeta, protože normálová složka tahové síly m. deltoideus působí na začátku pohybu mimo kloubní jamku (destabilizační charakter). V průběhu nad 90° má již m. deltoideus stabilizační charakter.

- **Addukci** provádějí: m. pectoralis major, m. latissimus dorsi, m. teres major, caput brevis m. bicipitis brachii, m. coracobrachialis, caput longum m. tricipitis brachii. Lopatka musí být stabilizovaná pomocí m. rhomboidei proti rotaci. Nedostatečná stabilizace – při kontrakci m. teres major dochází k pohybu lopatky po hrudníku směrem k addukované končetině.
- **Zevní rotaci** provádějí m. infraspinatus, m. teres minor, zadní část m. deltoideus.
- **Vnitřní rotaci** provádějí m. teres major, m. latissimus dorsi, m. subscapularis, část m. pectoralis major, přední část m. deltoideus.



Humeroskapulární rytmus je poměr velikosti pohybu ve všech spojích pletence ramenního. Při abdukci je pohyb hlavice humeru zajišťován ramenním kloubem pouze asi do 30°. Mezi 30–170° se pohyb odehrává v ramenním kloubu a ve spojení lopatky a hrudníku. Z každých 15° abdukce se 10° odehrává v ramenním kloubu a 5° ve spojích lopatky. Lopatka postupně horizontalizuje kloubní jamku.

Funkce pletence ramenního

- Pletenec ramenní pracuje v otevřeném kinematickém řetězci.
- Podílí se na lokomoční funkci: pletenec ramenní je do lokomoce člověka přímo zapojen v procesu posturálně pohybové ontogeneze přibližně do 1 roku věku dítěte (kvadrupedální lokomoce). Osvobození pletence ramenního od lokomoce nastává přibližně ve 4. trimenonu života dítěte umožňuje dokončení vývoje funkce úchopu ruky a manipulační funkci. Využití lokomoční funkce pletence ramenního v dalším životě nabízí široké spektrum sportovních aktivit.
- Při lokomoci je důležitá vyrovnávací funkce horních končetin, která ekonomizuje pohyb trupového svalstva a tlumí dopady na páteř.

- Pletenec ramenní umožňuje provést nápřah do prostoru (nápřahová komponenta). **Nápřahová (transportní) komponenta** představuje napřáhnutí (sáhnutí) horní končetiny k cíli, transport ruky k uchopovanému předmětu. Přesun ruky směrem k cílovému objektu se děje většinou automaticky, rychlým, spouštěným pohybem.

5.3 Patokineziologické aspekty

Poruchy a dysfunkce ramenního kloubu můžeme podle délky trvání potíží rozdělit na dvě základní skupiny, na akutní a chronické stavy. Nejčastější příčinou chronických onemocnění ramenního kloubu jsou degenerativní onemocnění způsobená nadměrnou fyzickou zátěží. Podstatou degenerativních změn je poškozování a následná přestavba chrupavky. Chrupavka a její funkce se zhoršuje jak z hlediska kvality tak i kvantity. Nově vytvořená chrupavka není tak kvalitní jako ta původní. Z tohoto důvodu dochází snadněji k přímému naléhání kostí na sebe, ke vzniku kloubních výrůstků a k následným kloubním zánětům, které mohou vést i k poškození nitrokloubních struktur. Mezi rizikové faktory, které se podílejí na vzniku degenerativních onemocnění kloubů, patří: dědičné faktory, vrozené vady kloubů, obezita, dlouhodobé přetěžování kloubů sportem nebo profesním zatížením a oslabení přilehlých svalů. Nejčastěji se s degenerativními změnami kloubů setkáváme u střední věkové skupiny, přičemž jsou nejběžněji postiženy nosné klouby, jako je kyčelní a kolenní kloub, drobné klouby ruky a kloub ramenní.



Největší oslabení ramena je v jeho spodní a přední části. V těchto směrech nejčastěji dochází k luxaci kosti pažní, humeru. V porovnání s kolenním kloubem, který vydrží zatížení 35–80 MPa než začne docházet k traumatizaci, stačí ramennímu kloubu pouhých 5,5 MPa.

Vzhledem k šikmé orientaci kloubních povrchů dochází při přenosu síly přes ramenní kloub k dislokaci AC kloubu. Přímé působení síly při abdukované horní končetině při pádu na pevný povrch způsobí, že síla působí na akromion zesponu vzhledem ke klíční kosti. Při dopadu na napnuté končetiny je síla přenášena na akromion přes jednotlivé segmenty horní končetiny.

Syndrom bolestivého ramene

Syndromem bolestivého ramene je onemocnění, při kterém není zasažen vlastní kloub, ale buďto pouze okolní struktury, jako jsou svaly, šlachy a šlachové úpony, vazy a burzy nebo u závažnějších forem i kloubní pouzdro. Jedná se o poměrně časté onemocnění, přičemž jsou nejčastěji postiženy šlachy rotátorů a dlouhé hlavy bicepsu a subdeltoidová a subakromiální burza. Zánět bursy je akutní zánětlivé onemocnění, které vzniká nejčastěji jako důsledek přetěžování ramene. Příčinou burzitidy může být rovněž artritida, fraktury kostí pletence horní končetiny nebo pohmoždění měkkých tkání ramenního kloubu. Tato traumata vyvolají zánětlivou reakci, v jejímž průběhu se burzy naplní tekutinou, často dochází k následnému ukládání vápenatých solí, ke srůstům a k omezení pohybu. V akutní fázi se onemocnění projevuje velkou bolestivostí, a to zejména při abdukci horní končetiny. Bolest je největší ve večerních a ranních hodinách, při spánku a při probuzení.

Impingement syndrom je bolestivé funkční postižení ramene způsobené přetížením a opakovaným drážděním svalů rotátorové manžety a subakromiální burzy. Jedná se o nejběžnější muskuloskeletární poruchu v oblasti ramene. Dochází k mikrotraumatizaci měkkých tkání v subakromiálním prostoru s následným omezením abdukce pro bolest. Příčiny jsou buď primární (poúrazové a degenerativní změny), nebo sekundární (glenohumerální instabilita a neurologické poruchy)

Jde o bolestivé funkční postižení ramene způsobené přetížením a opakovaným drážděním svalů rotátorové manžety a tlíhového váčku ramenního kloubu. Postižení je charakterizované otokem a krvácením do uvedených struktur, které vede k fibrotizaci a rupturám ve svalech. Následně dochází i k tvorbě výrůstků – osteofytů a tím k dalšímu zúžení prostoru. Dochází k omezení hybnosti až do té míry, že pacient má potíže při zvedání horní končetiny a může vyústit v poškození rotátorové manžety, až k ruptuře manžety rotátoru.

Syndrom zmrzlého ramene

Syndrom „zmrzlého ramene“ nastává v situaci, při které začne pouzdro ramenního kloubu retrahovat. Smršťování pouzdra probíhá bez větší pozornosti

do té doby, než začne omezovat pohyb v ramenním kloubu. Syndrom ztuhlého ramene může být způsoben burzitidou ramenního kloubu, zánětem šlachy bicepsu nebo může být zapříčiněn traumatem. Často se nepodaří se stoprocentní jistotou určit přesnou příčinu. Vyskytuje se více u žen než u mužů, a to na nedominantní horní končetině. Typickým projevem je zánět kloubního pouzdra s omezením pohyblivosti ramenního kloubu, které je doprovázeno bolestí. K nejvýraznějšímu zhoršení pohybu dochází v zevní a vnitřní rotaci, až dojde k omezení pohybu ve všech směrech. Postiženému zůstává jen pohyb, při kterém zapojuje trapézy a zvedá ramena nahoru. Tato fáze se označuje jako „období mrznutí“. Další fáze trvající 4–12 měsíců, se vyznačuje snižováním až vymizením bolesti. Rozsah pohybů zůstává nezměněn, navíc se přidává atrofie svalstva ramenního pletence vzniklá z nedostatečného pohybu. Tato fáze je označována jako „období zmrznutí“. Třetí fází, která trvá 5 měsíců až 2 roky, je „období tání“. V této fázi se pozvolna obnovuje funkčnost ramenního kloubu. Nejdříve zevní a později vnitřní rotace s obdukci. V této fázi se většinou postiženému navrácí plná funkčnost ramenního kloubu.

Syndrom rotátorové manžety

K rupturám šlach rotátorové manžety dochází v 90 % na základě chronických změn s možným jednorázovým, úrazovým dějem. První a nejvíce postiženou je šlacha m. supraspinatus – při její ruptuře dochází k defektu kloubního pouzdra. Úponová část m. supraspinatus je nejvíce zatíženým úsekem, její šlacha je při abdukci ramenního kloubu stlačována mezi velký hrbolek pažní kosti a nadpažek. Patologické změny v perimyziu m. subscapularis a dlouhé hlavě m. biceps brachii působí jejich dysfunkci. Oba svaly neplní svoji fyziologickou stabilizační roli, destabilizují ramenní kloub a znemožňují kvalitní restituci funkčních synergií ostatních svalů. Postupně se přidává odtržení m. subscapularis a m. infraspinatus s retrakcí svalů. Kloub pak v této fázi kryje a také zajišťuje jeho pohyblivost pouze m. deltoideus. Při rozsáhlé ruptuře rotátorové manžety je pacient schopen kontrakcí m. deltoideus dosáhnout abdukce do 30–40°. Další abdukce je možná pouze náhradním pohybem (absence supraspinatu). Nejčastěji lehká ventroflexe (pars clavicularis et acromialis m. deltoidei) překlene bolestivý oblouk a po dosažení horizontální polohy paže pokračuje v abdukci opět laterálními snopci m. deltoideus.

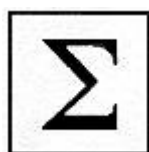
Nestabilní rameno

Příčina nestabilního ramene spočívá v anatomickém uspořádání kloubu. Nepoměr velikosti hlavice k obvodu jamky a velká kloubní vůle, která dosahuje, až 4 cm způsobuje, že ramenní kloub je nejčastěji luxovaným kloubem lidského těla. K luxaci dochází nejčastěji při úrazech ať už sportovních či z jiných příčin. Při samotné luxaci dojde k odtržení přední části kloubní jamky i s jejím okrajem. Na základě traumatu dojde k oslabení kloubních struktur v okolí ramenního kloubu, což vede k následným vypadáváním kloubu z jamky.



Část pro zájemce

Stoj na rukou vyžaduje pevnost v několika specifických částech těla. K provedení tohoto cviku potřebujeme neobvyklou svalovou aktivitu horních končetin, které přebírají antigravitační úlohu dolních končetin. Horní končetiny nesou celou váhu cvičence. Ačkoli je činnost svalů horních končetin přesnější než dolních končetin, více podléhají únavě. Proto samotnému nácviku stojky je nutné, aby předcházela průpravná cvičení zaměřená na posílení horních končetin (např. ručkování ve vzporu, závěsy a visy v podkolení apod.). Obtížnost stojky je dána malou plochou opory (ruce cvičence), postavením těla hlavou dolů a poměrně velkou vzdáleností těžiště od místa opory. K udržení rovnováhy je nutná činnost svalových skupin, které fixují tyto tělesné segmenty (hlava – trup, paže – trup, nohy – trup).



Shrnutí kapitoly

- Pletenec ramenní je složitý komplex, který tvoří hrudní kost, klíční kost, lopatka, pažní kost a jejich spoje (akromioklavikulární kloub, sternoklavikulární kloub, glenohumerální kloub a funkční spojení thorakoskapulární a subakromiální). Je ovládán řadou svalů a umožňuje horním končetinám plnit funkci transportní komponenty manipulační funkce.
- Glenohumerální kloub je nejméně stabilní kloub v těle. Struktury ramenního kloubu charakterizuje značná morfogenetická variabilita a vulnerabilita.

- Lopatka slouží především jako plocha pro úpony svalů pohybujících pletencem horní končetiny. Svým natáčením se aktivitou lopatkového svalstva v průběhu zvedání paže podpírá hlavici humeru a brání její subluxaci. Podmínkou je neporušený skapulohumerální rytmus.
- Hlavním stabilizačním činitelem glenohumerálního skloubení jsou svaly. K podpoře pevnosti kloubního pouzdra přispívají také vazy a šlachy okolních svalů, které jsou označovány jako svaly rotátorové manžety.
- Poruchy a dysfunkce ramenního kloubu bývají velmi časté. Jedná se jak o akutní poranění, zánětlivá onemocnění, úponové bolesti, chronické bolestivé stavy. Způsobují omezení možnosti horních končetin pracovat ve fyziologickém pracovním prostoru a může tak být omezena možnost provádění běžných denních činností, pracovních aktivit a volnočasových aktivit se sociálními dopady.

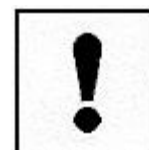
Kontrolní otázky a úkoly:

1. Jaké funkce plní pletenec ramenní?
2. Jaký vztah má pletenec ramenní k ostatním segmentům horní končetiny a trupu?
3. Jakou funkci plní klíční kost?
4. Jaký význam má lopatka?
5. Které měkké tkáně mohou být postiženy v oblasti ramenního kloubu a jakým mechanismem? Jaký dopad mají tato poranění na provádění běžných denních, pracovních a sportovních činností?



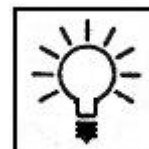
Úkoly k textu

1. Zpracujte přehled funkčních vztahů mezi pletencem ramenním a rukou, trupem, pánví a dolními končetinami.



Otázky k zamyšlení:

1. Zamyslete se, co byste velmi těžko zvládali nebo nezvládli vůbec, kdybyste se narodili s amelií.
2. Které kompenzační pomůcky byste mohli použít v případě amputace dominantní horní končetiny?





Korespondenční úkoly

1. Zpracujte kazuistiku pacienta s postižením pletence ramenního. Protokol umístěte do e-kurzu do prostředí Moodle.



Citovaná a doporučená literatura

BERNACIKOVÁ, Martina; KALICHOVÁ, Miriam; BERÁNKOVÁ, Lenka.

Základy sportovní kineziologie [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, 2010 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z WWW:

<http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/index.html>

COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.

DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.

JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.

KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.

KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.

Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z

<<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/index.php>>.

VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

6 Kineziologie a patokineziologie loketního kloubu a předloktí

V této kapitole se dozvíte:

- základní údaje o kineziologii a patokineziologii oblasti loketního kloubu a předloktí.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat jednotlivé struktury tvořící oblast loketního kloubu;
- vysvětlit kineziologické aspekty fungování pletence pánevního ve vztahu k dalším segmentům pohybového systému;
- objasnit patokineziologické děje v dané oblasti.

Klíčová slova kapitoly: loketní kloub, kineziologie loketního kloubu, patokineziologie loketního kloubu.

Průvodce studiem

Tato kapitola bude krátká. Přesto loketní kloub představuje poměrně problematickou oblast z hlediska úrazů a různých poruch. Proto je nutno i tomuto tématu věnovat náležitou pozornost. Vše si ověřujte v doporučené literatuře a dalších zdrojích. Přemýšlejte o získaných informacích a zasazujte si je do patřičného kontextu, abyste je mohli využít ve své budoucí praxi.

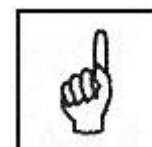
Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 1 hodinu, tak se pohodlně usadte a nenechte se nikým a ničím rušit.



6.1 Funkční anatomie loketního kloubu a předloktí

Loketní kloub (art. cubiti) je kloub složený:

- kladkový (humerus – ulna),
- kulový (humerus – radius),
- kolový (radius – ulna).



V **humeroulnárním kloubu** se spojuje kladka humeru s poloměsíčitým zářezem ulny. Osa kladky není postavena kolmo na podélnou osu kosti pažní.

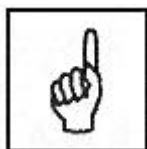
Její ulnární konec je o něco níže než konec radiální. Proto při nataženém předloktí podélná osa předloktí s osou humeru svírá tupý úhel (165° až 172°) – fyziologický abdukční úhel. U ženy je tento úhel o něco větší než u muže.

V **humeroradiálním kloubu** se stýká hlavička humeru s mělkou jamkou na hlavici radia.

Horní radioulnární skloubení je spojení horních konců kostí předloketních. Je uskutečněno mezi obvodem hlavičky radia a zářezem na boku horního konce ulny. Hlavička radia je k zářezu na ulně fixována pomocí prstencovitého vazy (**lig. anulare radii**).

Pouzdro kloubní je společné všem třem kloubům. Upíná se na humeru tak, že oba epikondyly jsou mimo kloubní dutinu. Po stranách je kloubní pouzdro zesíleno silnými postranními vazy: **lig. collaterale radiale** a **ulnare**.

Horní a dolní konce kostí předloketních jsou spojeny kloubně, přivrácené hrany těl po celé délce spojuje vazivová mezikostní **membrana interossea**.



Funkce loketního kloubu a předloktí:

- teleskopická funkce (zkracování a prodlužování horní končetiny)
- rotace (supinace, pronace předloktí) – k umístění rukou do takové polohy, která umožní manipulaci s předměty, sebesycení atd.

6.2 Kineziologické aspekty

Pohyby v loketním kloubu probíhají kolem příčné osy, procházející kladkou a hlavičkou humeru a spojující střed hlavičky radia s hlavičkou ulny: **flexe** a **extenze** v rozsahu 125 – 145° .

- **Flexi** provádějí **m. biceps brachii**, **m. brachialis** a **m. brachioradialis**. **M. brachialis** je čistým flexorem předloktí v postavení předloktí jak v supinaci, tak v pronaci. Hluboké svalové snopce, které se upínají do kloubního pouzdra, jej napínají a brání jeho uskřinutí.
- **Extenzi** provádějí **m. triceps brachii** a **m. anconeus**. Dvoukloubová dlouhá hlava tricepsu pomáhá extenzi a addukci v ramenním kloubu.

Všechny tři hlavy jsou při současné kontrakci mohutnými extenzory loketního kloubu.

Pasivní stabilitu zajišťují ligamenta a kloubní pouzdro. Do kloubního pouzdra inzerují artikulární vlákna m. brachialis a m. triceps brachii. Brání kloubní pouzdro před uskřínutím.



V **horním a dolním radioulnárním skloubení** se provádí **supinace** a **pronace**. Jejich rozsah lze zvětšit když se tyto pohyby zkombinují s pohyby v ramenních kloubech. Pohyby předloktí se navzájem ovlivňují s pohyby v zápěstí, se kterým funkčně souvisí.

- **Pronaci** provádějí **m. pronator teres** a **m. pronator quadratus**. **M. pronator teres** je pronátorem předloktí a pomocným flexorem loketního kloubu. Účinkuje v součinnosti s m. pronator quadratus, proto se oba svaly testují zároveň. **M. pronator quadratus** se spoluúčastní pronace předloktí. Jeho hlavní pronační síla se uplatňuje v art. radioulnaris distalis.
- **Supinace** provádějí **m. biceps brachii** a **m. supinator**. M. supinator se obtáčí po zevní straně radia, a proto při kontrakci vytáčí kost do supinace. Klíčovým supinátorem předloktí je m. biceps brachii.

Do oblasti mediálního epikondylu se upínají flexory zápěstí a prstů, do oblasti laterálního epikondylu povrchové extenzory zápěstí a prstů. Hluboké extenzory zápěstí a prstů se upínají v blízkosti membrana interossea.

6.3 Patokineziologické aspekty

Tenisový loket (Radiální epikondylitida) – vzniká při přetížení extenzorové skupiny (m. supinator, extenzory zápěstí a prstů) a svalů paže (biceps humeri), s následnými poruchami mikrocirkulace. Projevuje se typickými bolestmi na zevní straně lokte hlavně při zátěži. Bolesti mohou vyzařovat v průběhu svalů do předloktí i do prstů.

Oštěpářský loket – vzniká při přetížení flexorové skupiny s následnými poruchami mikrocirkulace. Projevuje se typickými bolestmi na vnitřní straně

lokte hlavně při zátěži. Bolesti mohou vyzařovat v průběhu svalů do předloktí i do prstů.

Syndrom sulcus nervi ulnaris, syndrom kubitálního kanálu vzniká vlivem dráždění ulnárního nervu v sulcu nervi ulnaris nebo v kubitálním kanálu. Projevuje se bolestmi v lokti, parestézie distálně ve 4. a 5. prstu, ulnární polovině dlaně a na hřbetu ruky.

Syndrom pronátorového kanálu – jedná se o úžinový syndrom, útlak n. medianus hypertrofickým m. pronator teres nebo pod lacertus fibrosus. Projevuje se bolestí v oblasti lokte a horní třetiny předloktí, parestézie I. – IV. prstu, posléze oslabením m. flexor pollicis longus a m. abduktor pollicis brevis a poruchami citlivosti v arei n. medianus včetně thenaru.

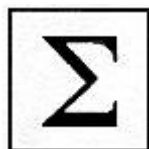
Syndrom supinátorového kanálu vzniká útlakem motorické větve n. radialis hypertrofickým m. supinator (Frohseova arkáda – vazivový pruh v místě začátku) nebo m. extensor carpi radialis brevis. Projevuje se bolestí v polovině předloktí, zhoršuje se usilovnou supinací, slabost extenzorů prstů.



Část pro zájemce

Loket jako míra

Starí Egypťané vyměřovali své impozantní stavby nejrůznějšími pomůckami. K určení vzdáleností používali míru zvanou loket. Přímé linie vytyčili napnutými šňůrami. Svislé linie ověřovali olovnicí. Horizontální linie kontrolovali libelou. Měli i úhelníky pro kontrolu pravých úhlů.



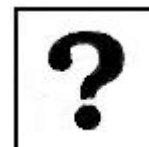
Shrnutí kapitoly

- Loketní kloub je složitý kloub, který je tvořen skloubením humeroulnárním, humeroradiálním a radioulnárním. Lze v něm provádět pohyby do flexe, extenze, supinace a pronace. Funkčně souvisí s kloubem ramenním, zápěstím i rukou. Jeho funkce slouží zejména manipulaci – díky prodlužování a zkracování horní končetiny a nastavování předloktí do žádané pozice je schopen umístit ruku do potřebného místa, ve kterém může provádět manipulační funkce.

- Vzhledem k složitému uspořádání svalů v této oblasti zde mohou být snadno utlačeny nervy v úžinách a vzniká zde řada entezopatií, které se projevují bolestmi a zhoršením manipulačních funkcí rukou.

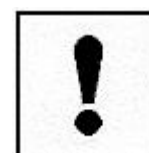
Kontrolní otázky a úkoly:

1. Jaké funkce plní loketní kloub?
2. Jaký vztah má loketní kloub k ostatním segmentům horní končetiny?
3. Které měkké tkáně mohou být v oblasti loketního kloubu postiženy a jakým mechanismem? Jaký dopad mají tato poranění na provádění běžných denních, pracovních a sportovních činností?



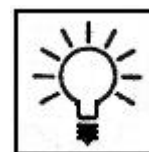
Úkoly k textu

1. Zpracujte přehled kompenzačních pomůcek, které se dají využít při postižení funkce loketního kloubu.



Otázky k zamyšlení:

1. Proč se oblasti lokte říká „záhadný loket“?



Korespondenční úkoly

1. Zpracujte kineziologickou analýzu pacienta s postižením oblasti loketního kloubu nebo předloktí. Všimněte si všech funkčních a patokineziologických vztahů a popište je. Splněný úkol vložte do e-kurzu na Moodle.



Citovaná a doporučená literatura

BERNACIKOVÁ, Martina; KALICHOVÁ, Miriam; BERÁNKOVÁ, Lenka. Základy sportovní kineziologie [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, 2010 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z WWW:

<http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/index.html>

COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.



- DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.
- JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.
- KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.
- KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.
- Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/index.php>.
- VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.
- VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
- WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

7 Kineziologie a patokineziologie oblasti ruky a zápěstí

V této kapitole se dozvíte:

- základní údaje o kineziologii a patokineziologii oblasti ruky a zápěstí.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat jednotlivé struktury tvořící oblast ruky a zápěstí;
- vysvětlit kineziologické aspekty fungování oblasti ruky ve vztahu k dalším segmentům pohybového systému;
- objasnit patokineziologické děje v dané oblasti.

Klíčová slova kapitoly: zápěstí, ruka, kineziologie ruky, patokineziologie ruky, manipulace.

Průvodce studiem

V této kapitole budeme probírat oblast ruky a zápěstí. Týká se jemné motoriky, kterou jsme probírali již v zimním semestru v „Úvodu do obecné a vývojové kineziologie“. Nyní toto učivo rozšíříme. Vše si ověřujte v doporučené literatuře a dalších zdrojích. Přemýšlejte o získaných informacích a zasazujte si je do patřičného kontextu, abyste je mohli využít ve své budoucí praxi.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodiny, tak se pohodlně usadte a nenechte se nikým a ničím rušit.



7.1 Funkční anatomie ruky a zápěstí

Funkce ruky je diferencovaná a komplexní, má výraznou komponentu senzoryckou, propioceptivní, visospaciální a kognitivní.



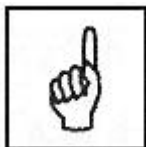
Hlavní funkce ruky:

- motorická – manipulace,
- senzorycká – hmat,
- komunikační – sociální kontakt,
- informační.

Pohybový aparát ruky tvoří

- **podpůrné struktury** – strukturální oporná báze (systém kostních elementů a mezilehlých prvků);
- **výkonné struktury** – systém kosterního svalstva, nervový systém, zásobovací systém.

7.1.1 Oblast zápěstí



Zápěstí– celý zápěstní kloub je tříosý. V oblasti zápěstí se nacházejí tato skloubení:

- dolní radioulnární skloubení,
- radiokarpální skloubení,
- ulnokarpální skloubení.

Dolní radioulnární skloubení je přirozeně nestabilní a umožňuje velkou pohyblivost. Hlavním pohybem v něm je rotace. Pronace a supinace vzniká rotací radia kolem ulny a oběma směry lze dosáhnout průměrně 80°.

Radiokarpální skloubení (art. radiocarpalis) je neúplný „vejčitý“ (ovoidní) a složený kloub. V kloubu artikuluje radius (jamka) a tři kosti proximální řady karpů, formující kloubní hlavici: os scaphoideum, lunatum a triquetrum.

Ulnokarpální skloubení– mezi ulnu a proximální řadu karpů je vložena trojúhelníkovitá vazivově chrupavčitá destička (discus articularis). Destička tvarově dotváří konkávní (ovoidní) plochu radia, ale je obvykle tak pružná, že neplní funkci „opěrné jamky“ při pohybu. V radiokarpálním skloubení je proto asi 80 % tlakového zatížení přenášeno přímo na radius a disk přebírá jen asi 20 % zátěže.

Mezi ulnou a os lunatum a triquetrum se nachází **triangulární fibroartilaginózní komplex** (meniskus, který splývá s lig. colaterale ulnare, ulnolunate a ulnotriquetrale, s volárním a dorsálním radioulnárním ligamentem a pochvou m. extensor carpi ulnaris. Tento komplex je schopen absorbovat síly, působící na zápěstí.

Kloubní pouzdro je poměrně volné a upíná se při okrajích kloubních ploch. Kloubní dutina RC kloubu je značně členitá, s četnými vychlípkami

zasahujícími do dutin ostatních kloubů ruky. Komunikuje-li ale kloubní dutina s mediokarpálním kloubem, lze usuzovat na poškození vazivového aparátu kloubu.

Stabilita zápěstí

- V zápěstí přispívá ke stabilitě systém ligament a skloubení kloubních plošek.
- Lig. scapholunate a lunotriquetrale jsou nejdůležitější ligamenta zápěstí, protože přejímají největší zatížení.



Karpální kůstky

Obě řady karpálních kůstek působí sjednoceně, ve vzájemném vztahu. Je tak umožněn synchronní pohyb obou karpálních řad při všech pohybech v zápěstí. Distální řada kůstek zůstává relativně těsně spojena díky ligamentům. Pohyby distální řady těsně souvisí s pohyby ruky. Proximální řada je více pohyblivá. Spojovacím článkem mezi karpálními řadami je os scaphoideum, které má kloubní plošky pro skloubení s os trapesium, trapesoideum, capitatum, lunatum a distálním radiem.

Mediokarpální kloub (art. mediocarpalis – MC) je složený kloub, situovaný mezi oběma řadami zápěstních kůstek. Kloubní plochy jsou dány tvarem styčných ploch karpálních kostí. Štěrbina MC kloubu má tvar příčně položeného písmene S, je velmi členitá a často komunikuje se štěrbinou CMC kloubu. Tento kloub je prakticky nepohyblivý a jeho účast na kinetice zápěstí je jen nepřímá.

Intrakarpální skloubení mezi jednotlivými kůstkami je velmi málo pohyblivé díky vazům, které značně omezují pohyb. Nejmenší pohyb mezi os hamate a os capitata umožňuje maximálně 5°.

7.1.2 Oblast ruky

V této oblasti se nacházejí

- **karpometakarpální skloubení (CMC),**
- **metakarpofalangové klouby (MCP),**
- **interfalangové klouby (IP).**

Karpometakarpální skloubení jsou omezovány dosti silnými a tuhými intermetakarpálními, dorzálními a volárními ligamenty. Rozsah pohybu pro ukazovák a prostředník je minimální (asi 2°), u prsteníku a malíku se rozsah pohybu zvětšuje (15° a 40°), což ulehčuje úchop a manipulaci s předměty.

Karpometakarpový kloub palce je nejpohyblivější kloub ze všech CMC skloubení. Má sedlovitý tvar, který umožňuje flexi, extenzi, abdukci, addukci a velký stupeň rotace, což palci umožňuje postavení v opozici proti ostatním prstům. Kloub je primárně stabilizován volárními a dorzálními metakarpálními ligamenty a předním šikmým ligamentem (opotřebením nebo poraněním tohoto ligamenta způsobuje následnou degeneraci kloubu).

Metakarpofalangové klouby umožňují flexi, extenzi, dukce i rotaci.

- **flexe:** rozsah do 90°;
- **extenze:** je možná do 30° až 40°;
- největší rozsah **abdukce, addukce a cirkumdukce** má ukazovák;

Tyto klouby zpevňují kolaterální vazy. Ve flexi se napínají, v extenzi relaxují.

Přídavná ligamenta se upevňují pevně do volárního plata.

Interfalangové klouby

- **flexe:** v distálním skloubení lze provádět flexi do 90°, v proximálním skloubení do 100°;
- rozsah **extenze** je nulový.

Kolaterální vaz stabilizuje kloub proti laterální deviaci – jeho dorsální část relaxuje v extenzi a napíná se ve flexi, volární část relaxuje ve flexi a napíná se v extenzi.



Klenba ruky: kosti ruky jsou uspořádány do tří oblouků. Díky systému těchto tří oblouků, jejichž konfiguraci ovládají krátké svaly ruky, se může ruka přizpůsobovat tvaru uchopovaných předmětů

- **proximální transversální oblouk** (karpální kůstky – klíčová je os capitatum) – je relativně nepohyblivý;
- **distální transversální oblouk** (hlavičky metakarpů, s centrem pod hlavičkou 3. metakarpu) – je pohyblivější;

- **podélný oblouk** (tvořen 4 prsty a metakarpy, 2. a 3. metakarp formují centrální pilíř oblouku).

7.2 Kineziologické aspekty

7.2.1 Oblast zápěstí

Základní pohyby v zápěstí:

- flexe v rozsahu 85° – 90° ,
- extenze 80° – 85° ,
- radiální dukce asi 15° ,
- ulnární dukce asi 45° .



Centrum rotace zápěstí během flexe, extenze a obou dukcí spočívá na bázi os capitatum.

Primárními **flexory zápěstí** jsou m. flexor carpi radialis a m. flexor carpi ulnaris. M. flexor digitorum superficialis a profundus zajišťují silnou asistenční funkci, pokud současně neprovádějí flexi prstů. Rovněž m. flexor pollicis longus plní pomocnou funkci. Nejmenší význam má m. palmaris longus.

Primární extensory zápěstí jsou m. extensor carpi radialis longus a brevis a m. extensor carpi ulnaris. Pomocnou funkci realizují m. extensor digitorum, m. extensor digiti minimi, m. extensor pollicis longus a m. extensor indicis proprius.

Radiální a ulnární dukce jsou výsledkem synergistické kontrakce svalů, které jsou primárními flexory či extensory zápěstí. Radiální dukce vzniká současnou akcí m. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis. Ulnární dukce je výsledkem společné kontrakce m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi ulnaris. Všechny tyto svaly se cyklicky zapojují při cirkumdukci zápěstí

Funkce svalů zajišťujících pohyby v zápěstí je vždy komplexní. Při flexi zápěstí dochází k extenzi bazálních článků prstů a flexe prstů je v tomto postavení velmi oslabena. Rozsah do flexe je omezen, jsou-li současně flektovány prsty, protože se zvýší odpor extenzorů prstů. Flexe a extenze

zápěstí je maximální, je-li předloktí ve středním postavení. Je-li předloktí v pronaci, je rozsah nejmenší.

Pohyby do radiální a ulnární dukce jsou vytvářeny skluzem proximální řady karpálních kůstek nad distální řadou. Při radiální dukci se pohybuje proximální řada směrem k ulně a distální řada směrem k radiu, při ulnární dukci jsou pohyby opačné. Ulnární dukce je větší v supinačním postavení předloktí, radiální dukce je větší v pronačním postavení. Obě dukce jsou minimální, je-li zápěstí plně flektováno nebo extendováno, protože tehdy jsou karpální ligamenta nejvíce napjatá. Největší rozsah je možný v nulovém postavení, kdy jsou tato ligamenta relaxována.

Flexe v zápěstí je zahájena v MC skloubení. Proximální a distální řada karpálních kůstek rotuje do flexe a ulnární dukce. Asi 40 % pohybu do flexe je výsledkem pohybu os scaphoideum a os lunatum po radiu. Os scaphoideum se pohybuje s proximální řadou. Při flexi zápěstí dochází k extenzi bazálních článků prstů, proto je flexe prstů v tomto postavení velmi oslabena. Rozsah do flexe je omezen, jsou-li současně flektovány prsty, protože se zvyšuje odpor extenzorů prstů. Účinnost flexorů prstů se snižuje asi na 25 %.

Extenze v zápěstí je zahajována v MC skloubení, kde se děje asi 30 % pohybu. 60 % pohybu se děje v RC skloubení. Os scaphoideum se pohybuje s distální řadou kůstek. Proximální a distální řada kůstek rotuje do extenze a radiální dukce. Rozsah pohybu do extenze je 70 až 80°.

Při **radiální dukci** se proximální řada se pohybuje směrem k ulně a distální řada směrem k radiu. Radiální dukce je větší v pronačním postavení.

Ulnární dukce je větší v supinačním postavení. Proximální řada se pohybuje směrem k radiu a distální řada směrem k ulně.

Obě dukce jsou minimální, je-li zápěstí plně flektováno nebo extendováno, protože jsou nejvíce napjatá karpální ligamenta. Naopak největšího rozsahu obou pohybů dosáhneme, je-li ruka v nulovém postavení v zápěstí nebo mírně flektována, protože tehdy jsou ligamenta relaxována.

Akcelerační fáze: je-li úhlové zrychlení 10° , je flexe zápěstí prováděna pomocí m. flexor carpi radialis a m. flexor carpi ulnaris. Je-li úhlové zrychlení 30° , je flexe zápěstí prováděna pomocí m. flexor carpi radialis a m. flexor carpi ulnaris nebo m. extensor carpi radialis a m. flexor carpi ulnaris. Vysvětlením této kooperace antagonistů je to, že RC kloub má dva stupně volnosti, takže svaly současně s flexí zápěstí musí zabránit jeho abdukci.

Decelerační fáze: je-li úhlové zrychlení 10° , může být provedena dvěma způsoby: buď pomocí m. extensor carpi radialis a m. extensor carpi ulnaris, nebo pomocí m. extensor carpi ulnaris a m. flexor carpi radialis. Je-li úhlové zrychlení 30° , zapojují se m. extensor carpi radialis a m. extensor carpi ulnaris.

Běžné denní činnosti (ADL)

Pro vykonání většiny ADL stačí funkční rozsah 50° flexe, 51° extenze, 12° radiální dukce a 40° ulnární dukce. Největší rozsah flexe (50°) je nutný při perineální hygieně. Největší rozsah extenze je nutný k udržení telefonního sluchátka u ucha (51°) a k vykroucení látky (49°). Největší rozsah radiální dukce je nutný k perineální hygieně (12°) a k česání (10°). Největší rozsah ulnární dukce je nutný k otáčení kohoutku (40°), otevření víčka zavařovací sklenice (39°) a otevírání dveří pomocí kulaté kliky (36°).

Funkční rozsahy v zápěstí se u různých autorů mohou lišit (viz tab. 1).



Tab. 1 Minimální rozsahy pohybu v zápěstí v rámci ADL

Pohyb v zápěstí	Nelson a kol.	Eversmann a Johns
Flexe	50°	50°
Extenze	51°	30°
Radiální dukce	12°	10°
Ulnární dukce	40°	15°

7.2.2 Oblast ruky

Svalstvo ruky: všechny pohyby prstů jsou realizovány složitou souhrou mezi dlouhými a krátkými flexory a extensory prstů a mezi mm. lumbricales a mm. interossei. K efektivní funkci ruky je nutná jak práce dlouhých svalů předloktí, využívaných pro silové akce, tak i jemná práce krátkých svalů ruky



Pohyby prstů

Nezávislé pohyby jednotlivých prstů jsou omezeny – na hřbetu ruky jsou šlachy extensoru prstů propojeny šikmými šlachovými spojkami – juncturae tendineum. III., IV. a V. prst jsou více omezeny, protože šlachy hlubokého flexoru pocházejí ze stejného svalu. Ukazovák má větší stupeň nezávislosti, protože jeho šlacha pochází z individuálního bříška.

Mm. lumbricales začínají na šlachách hlubokého flexoru a tvoří tak transmisní komplex, který proprioceptivními mechanismy zabezpečuje souhru flexorového a extenzorového systému. Jakýkoliv kontrakční i dekontrakční posun šlach hlubokého flexoru je provázen protažením nebo relaxací mm. lumbricales. Tak se aktivuje celý koordinační systém prstů. Napnutí mm. lumbricales prokazatelně snižuje práh dráždivosti všech flexorů MCP kloubů.

Faktory ovlivňující kontrolu síly během stisku

- váha objektu,
- tření mezi kůží a objektem
- bezpečnostní okrajové faktory

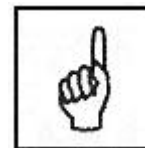
U zdravých lidí je síla stisku přesně adjustována vzhledem k mechanickým vlastnostem objektu, jako je hmotnost, povrchové tření, tvar. Ve všech fázích pohybu je síla stisku nepatrně vyšší než minimální síla zabraňující vyklouznutí předmětu. CNS předvídá změny zatížení a konsekvntně reguluje sílu stisku.

Predikce síly stisku – úchopovou sílu prstů přizpůsobujeme změnám ve váze předmětu (upití ze skleničky). Nejdůležitější roli zde hraje přímá sensorická zpětná vazba. Senzomotorický systém, plánující a vykonávající prediktivní úchopovou sílu, může operovat nezávisle na kognitivním a percepčním

systému. Samotné uvědomění si, že se změnila váha zvedaného předmětu, není dostatečným výstupem k programování úchopové síly.

7.3 Patokineziologické aspekty

Existuje celá řada patologií v oblasti ruky a zápěstí. Na probrání jednotlivých onemocnění zde není prostor. Uvádím proto dvě nejčastější postižení této oblasti – syndrom karpálního tunelu a Collesovu frakturu. Důsledkem kteréhokoliv poranění měkkých tkání, kostních struktur, nervově-cévního svazku atd. má za následek poruchu manipulačních funkcí. Jedná se jak o nedostatečnou sílu stisku, nedokonalý úchop ve všech jeho formách s následnou nemožností nebo omezenou možností sebeobslužných, běžných denních činností, pracovních aktivit či volnočasových aktivit.



Syndrom karpálního tunelu nejčastější úžinový syndrom horní končetiny. Karpální tunel ohraničen karpálními kůstkami a lig. carpi transversus. Útlak n. medianus. Klinický obraz: parestézie na I.–III. (IV.) prstu nejprve při déletrvajícím klidu horní končetiny (hlavně v noci), pocit neohrabané ruky, mizící po rozcvičení. Tyto potíže akcentují po déletrvajícím zátěži, postupně se zhoršují a přetrvávají. Hypotonie, hypotrofie svalstva thenaru.

Collesova fraktura vzniká při pádu na dorsálně flektovanou a pronovanou ruku. Radius se láme 2–3 cm proximálně od zápěstního kloubu a distální fragment se dislokuje dorsálně a radiálně – typické bajonetovité postavení při pohledu zepředu, vidlicové z boku, bolest, otok. Věkově dva vrcholy – v mladším věku souvisí se zvýšenou aktivitou, ve starším s osteoporózou.

Část pro zájemce

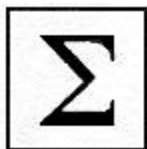
Propojení nohou a rukou

Toto cvičení prokazuje propojenost mezi horní a dolní končetinou.

1. *Vsedě na židli zvedněte pravou nohu ze země a dělejte s ní kruhy ve směru hodinových ručiček.*
2. *Zatímco opisujete nohou kruhy, začněte psát do vzduchu pravou rukou číslo 6.*

Noha automaticky změni směr kroužení. A nedá se s tím nic dělat.





Shrnutí kapitoly

- Funkce ruky je diferencovaná a komplexní, má výraznou komponentu senzorickou, propioceptivní, visospaciální a kognitivní.
- Hlavní funkce ruky je motorická, senzorická, komunikační a informační. Jedná se o smyslový orgán (výkonný orgán hmatu), manipulační orgán, slouží k sociálnímu kontaktu, ke komunikaci. Ale důležitou roli hraje i posturálně-lokomočních a balančních funkcích.
- Zápěstí a ruka tvoří funkční jednotku nejen spolu navzájem, ale i s dalšími segmenty horní končetiny a trupu.
- Důsledkem kteréhokoliv poranění měkkých tkání, kostních struktur, nervově-cévního svazku atd. má za následek poruchu manipulačních funkcí. Jedná se jak o nedostatečnou sílu stisku, nedokonalý úchop ve všech jeho formách s následnou nemožností nebo omezenou možností sebeobslužných, běžných denních činností, pracovních aktivit či volnočasových aktivit.



Kontrolní otázky a úkoly:

1. Jaké funkce plní ruka a zápěstí?
2. Jaký vztah má ruka a zápěstí k ostatním segmentům horní končetiny?
3. Které struktury tvoří oblast zápěstí?
4. Jakou funkci má zápěstí?
5. Které struktury tvoří oblast ruky?
6. Jakou funkci má ruka?
7. Jaké rozsahy pohybu jsou nutné pro provedení základních běžných denních činností?
8. Které měkké tkáně mohou být postiženy v oblasti ruky a zápěstí a jaký dopad mají tato postižení na provádění běžných denních, pracovních a volnočasových činností?

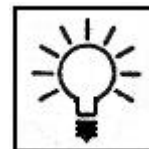


Úkoly k textu

1. Zpracujte si přehled běžných denních aktivit a změřte potřebné rozsahy pohybu.

Otázky k zamyšlení:

1. Dal/a byste přednost ztrátě horních končetin před ztrátou dolních končetin?

**Korespondenční úkoly**

1. Porovnejte naměřené rozsahy pohybu nutné pro provádění základních běžných denních činností s údaji, které jste zjistili z literatury. Uložte zpracovanou tabulku do e-kurzu na moodle.

**Citovaná a doporučená literatura**

BERNACIKOVÁ, Martina; KALICHOVÁ, Miriam; BERÁNKOVÁ, Lenka.

Základy sportovní kineziologie [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, 2010 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z WWW:

<http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/index.html>

COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.

DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.

EVERSMANN Jr., W. W., JOHNS, J. C. Biomechanics of the Hand. In B. Goldberg; J. D. Hsu (Eds.), *Atlas of Orthoses and Assistive Devices* (pp. 125-134). Third Edition, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1997.

JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.

KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.

KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.

NELSON, D. L., MITCHELL, M. A., GROSZEWSKI, P. G., PENNICK, S. L., MANSKE, P. R. Wrist Range of Motion in Activities of Daily Living. In F. Schuind, K. N. An, W. P. Cooney III. and M. Garcia-Elias (Eds.),



Advances in the Biomechanics of the Hand and Wrist. New York: Plenum Press, 1994, 329-333.

Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z

<<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/index.php>>.

VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

VYSKOTOVÁ, Jana a Kateřina MACHÁČKOVÁ. *Jemná motorika. Vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4698-2.

WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

8 Kineziologie a patokineziologie orofaciální oblasti

V této kapitole se dozvíte:

- Základní údaje o kineziologii a patokineziologii orofaciální oblasti.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat jednotlivé struktury tvořící orofaciální oblast;
- vysvětlit kineziologické aspekty fungování orofaciální oblasti ve vztahu k dalším segmentům pohybového systému;
- objasnit patokineziologické děje v dané oblasti.

Klíčová slova kapitoly: orofaciální oblast, mimika, polykání, fonace, kineziologie orofaciální oblasti, patokineziologie orofaciální oblasti.

Průvodce studiem

V této kapitole se budeme zabývat orofaciální oblastí. Jedná se o důležitou oblast, kde se realizují tak důležité funkce, jako je dýchání, příjem potravy, komunikační aktivity (mimika či tvorba hlasu).

Pomalu se blížíme ke konci, tak to ještě chvíli vydržte. Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodiny.



8.1 Funkční anatomie orofaciální oblasti

Orofaciální oblast je oblast se značnou kumulací funkcí, které se vzájemně ovlivňují:

- příjem potravy,
- mimika,
- dýchání,
- fonace.



Pohyby dutiny ústní

- **mimické svaly** – sání, artikulace (rty),
- **žvýkácké svaly** – žvýkání, artikulace (pohyby dolní čelisti),

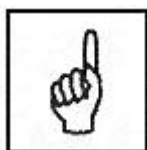
- **svaly jazyka** – rozmělnění potravy, tvorba soust, polykání, artikulace,
- **hltanové svaly** – polykání,
- **hlasivky** – fonace (tvorba hlasu).



Temporomandibulární kloub je jedním z nejsložitějších kloubů v lidském těle. Zajišťuje dynamické spojení mezi bází lební a dolní čelistí. Jedná se o tzv. **spojený kloub** – oba čelistní klouby jsou spojeny dolní čelistí, proto při pohybu jednoho kloubu dochází k pohybu druhého kloubu a jakákoliv funkční odchylka jednoho z nich ovlivňuje i kloub druhý. Hlavice se nachází na kloubním výběžku mandibuly, kloubní jamka je na spodině lebeční. Kloubní povrchy jsou pokryty chrupavkou, přičemž mezi oběma kloubními povrchy se nachází vazivový disk.

Funkce:

- umožňuje řadu pohybů dolní čelisti (vpřed, vzad, do stran, otevírání a zavírání);
- podílí na příjmu potravy, mluvení, mimice;



Hrtan je složen z chrupavek, vazů, svalstva a sliznice. Kloubní spojení párových hlasivkových chrupavek s chrupavkou prstencovou patří k nejsložitějším kloubním mechanismům v lidském těle a umožňuje velmi rozmanité pohyby. Ty mají velký význam pro tvorbu a modulaci hlasu, protože jsou přenášeny na hlasové vazy. Prostor mezi vnitřními stěnami chrupavky štítné a dvěma hlasovými vazy vyplňuje z velké části svalová hmota. Tím se vytvářejí dva jednotné valy hlasových rtů – hlasivky. Veškeré změny v postavení hlasivek jsou ovládány svalstvem. Zvuk hlasu tvoří periodické vlnění sloupce vzduchu nad hlasivkami.

8.2 Kineziologické aspekty

8.2.1 Pohyby mandibuly

Pohyby mandibuly se realizují v temporomandibulárních kloubech. Ty vykonávají dva druhy pohybu – rotační a translační.

- **Rotační (otáčivý)** je pohyb mandibuly okolo osy procházející středy obou kloubních hlavice; ploténka i kloubní hlavice přitom zůstávají na místě; děje se v dolní polovině kloubu.
- **Translační (posuvný)** – kloubní hlavice vykonává posun stažením m. pterygoideus lateralis, přičemž ji následuje ploténka; děje se v horní části kloubu.

Pohyby mandibuly:

- abdukce a addukce (otevírání a zavírání);
- propulze a retropulze (dopředu a dozadu);
- lateropulze a mediopulze; sinistropulze, dextropulze (do stran a zpět; doleva, doprava).



Abdukce a addukce mandibuly – kombinované pohyby se složkou rotační a translační. Otevírání úst zahajuje rotace hlavičky kloubu. Při dalším otevírání přistupuje translační posun hlavičky kloubu po kloubní dráze. Otevírání působí abduktory (m. digastricus, m. mylohyoideus), zavírání silnější adduktory (m. masseter, m. temporalis, m. pterygoideus lateralis a medialis).

Propulze mandibuly – kloužou dolní zuby po zubech horních ze základní polohy vpřed. V 1. fázi je nutné mírné pootevření, aby dolní řezáky překonaly předkus horních řezáků (*řezákové vedení*). Dále dochází k celkovému poklesu mandibuly, který je způsoben vedením a sklonem kloubní dráhy. Tento pohyb způsobuje oboustranná symetrická kontrakce m. pterygoideus lateralis.

Retropulze mandibuly – mandibula se posouvá ze základní pozice směrem dorzálně v nepatrném rozsahu cca 1 mm. Ze svalů ji způsobuje zejména m. digastricus.

Lateropulze mandibuly – provádí m. pterygoideus lateralis jednostrannou kontrakcí. Při **sinistropulzi** je v akci pravostranný sval, který jednostranně stahuje kloubní hlavičku po kloubní dráze (kmitající kondyl), zatímco kloubní hlavička na druhé straně se posune nepatrně laterálně a ventrálně (klidový kondyl). Při **dextropulzi** se svaly a kloubní hlavičky vymění. Rozeznáváme

zde tak **stranu pracovní** (zuby jsou v kontaktu a žvýkají) a **stranu balanční** (dotýkají se pouze některé hrbolky).

8.2.2 Příjem potravy



Příjem potravy se děje pomocí žvýkání a polykání. Má tři fáze: orální, hltanovou a jícnovou.

- **Žvýkání (masticatio)** je proces zpracování potravy v dutině ústní pomocí pohybů mandibuly a zubů. Zuby: řezáky řežou a trhají (200 N), stoličky drtí (900 N). Pohyby vykonávají zejména žvýkací svaly (m. masseter, m. tempovalis, m. pterygoideus medialis a lateralis). Většina svalů inervována n. trigeminus. Řízení žvýkacích aktivit se účastní retikulární formace, hypothalamus, amygdala a kortex.
- **Polykání** je děj, pomocí kterého se dopravují sousta do žaludku.
- **Sání** je příjem tekuté a kašovitě stravy podtlakem vytvářeným dutinou ústní a respiračním systémem. Rty se přitom stahují aktivací m. orbicularis oris.



Orální fáze je vůlí ovládaná fáze, ve které probíhá rozdělení jídla na menší díly pro transport z hltanu a pak k jícnu. Potrava se smísí se slinami a změkčuje se. Orální fáze začíná sevřením rtů a posunutím sousta vzad pomocí lícních svalů a vlnovitým pohybem jazyka. Při žvýkání provádějí čelisti rotační pohyby ve spolupráci s lícními svaly, které přidržují sousto mezi stoličkami ze strany. Jazyk provádí selektivní pohyby, kterými přidržuje sousto zevnitř a zároveň ho přesunuje z jedné strany na druhou. Formuje části sousta pro polykání a připravené části sousta posunuje dozadu.

Hltanová (faryngeální) fáze nastává automaticky, nezávisle na naší vůli, vyvoláním hltanového reflexu. Svaly hrdla (m. palatopharyngeus) se kontrahují a posunují sousto níže směrem k jícnu. Přitom je inhibováno dýchání. Měkké patro se zdvihá, aby zespodu uzavřelo nosní dutinu, epiglottis se sklání dolů, hrtan se elevuje a přitom se stáhne. Je tak zajištěna ochrana dýchacích cest. Jakmile projde sousto skrze chlopeň na horním konci jícnu, začíná třetí fáze polykání, ale hltanová fáze ještě trvá – kontrakcí svaloviny se stále posouvají menší částičky sousta a hltan, který je podněcován neustálou zpětnou vazbou s měkkým patrem, bází jazyka a stěnami samotného hltanu, se jich zbavuje.

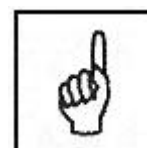
Jícnová (ezofageální) fáze – má reflexní průběh. Peristaltikou jícnu je sousto dopravováno do žaludku.

8.2.3 Mluvení, zpěv

Mluvení a zpěv je druh komunikace pomocí mluvené řeči (viz komunikační motorika). Jedná se o zvukový projev, vytvářený modulovaným sloupcem vzduchu souhrou bránice, břišního svalstva, hlasivek, jazyka a svalstva orofaciální oblasti.



Pohyby hlasivek a jejich nastavení lze regulovat pomocí množství svalů, jež jsou upnuty na chrupavčitou kostru hrtanu. Pomocí svalů je také možno měnit napětí hlasivek a tak ovlivňovat frekvenci kmitů při jejich rozechvění vzdušným proudem.



Hlas se tvoří v dýchacím ústrojí, které anatomicky zahrnuje plíce, průdušky, průdušnici, hrtan, hltan a ústní a nosní dutinu. Při výdechu proudí vzduch ven z plic přes průdušky a průdušnici do hrtanu. V hrtanu jsou umístěny hlasivky, jejichž kmity modulují proud vzduchu, a tím vytvářejí periodické změny vzdušného tlaku – vzniká akustický signál.

Z širšího hlediska hlasové ústrojí tvoří tři systémy – dýchací, fonační a artikulační.

- **Dýchací systém** dodává hlasovému ústrojí potřebnou energii. Tvoří ho plíce, průdušky, průdušnice, mezižeberní svaly a bránice.
- **Fonační ústrojí** je součástí hrtanu, který je umístěn na přední straně krku; nahoře vyúsťuje do hltanu, kde je připevněn širokým vazem ke kosti jazylkové a s tou dalšími svaly a vazy ke spodině ústní, dole přechází v průdušnici.
- **Artikulační systém** – na správné artikulaci a rezonanci se podílejí hltan a dutiny ústní, nosní a lebeční. Rezonanci ovlivňují i plicní sklípky, průdušky a průdušnice. Hlavní roli při artikulaci hrají svaly v oblasti úst. Během řeči mluvidla vykonávají rychlý sled pohybů, které na sebe buď řetězovitě navazují, nebo se navzájem prolínají. Svou roli hraje nádech a výdech s napětím vazů hlasivek, časový sled v zapojení hlasivkových nervů a v napětí hrdelního, patrového či tvářového

svalstva, sehanost s funkcí rtů a jazyka, s mimikou a gestikulací.

Ústa se otevírají a zavírají aktivitou žvýkacích a nadjazykových svalů ovládajících pohyby dolní čelisti v temporomandibulárních kloubech. Rty se pohybují aktivitou svalů uložených v oblasti ústního otvoru. K svalům ovládajícím pohyby rtů patří *m. orbicularis oris*, *m. levator anguli oris*, *m. risorius*, *m. depressor anguli oris*, *m. buccinator*.



Příklad: *m. orbicularis oris* spolu s dalšími lícními svaly v blízkosti rtů umožňuje rtům vytvářet nejrůznější tvary potřebné k vyjádření některých hlásek, tzv. *retnic*. Rty se při vyslovování některých hlásek (*b*, *p*, *m*) k sobě jemně nebo pevně přitisknou (vytvářejí závěr), zatímco při vyslovování jiných hlásek nebo při pískání či hraní na dechové nástroje vytvářejí úžinu.

8.2.4 Mimika



Mimika je vědomé vyjadřování výrazem tváře, způsobené stahy obličejových svalů. Mimické schopnosti člověka ve srovnání s jinými živočichy silně podporuje plochý obličej bez srsti a bohatá muskulatura. Na výrazu tváře se nejvíce podílí oblast očí a úst. Je zde řada drobných mimických svalů, které umožňují člověku vytvořit potřebný emocionální výraz pro konkrétní situaci (radost, blaženost, smutek, hněv, neutrální výraz, znechucení, odpor atd.). Mimické výrazy jsou většinou nezávislé na kultuře a jazyku. Porucha mimiky má vždy psychický dopad na jedince a může jej sociálně znevýhodnit (např. obrna lícního nervu).

8.3 Patokineziologie orofaciální oblasti

8.3.1 Poruchy komunikace

Poruchy mluvené řeči

- **vrozené** – hluchoněmota, patlavost, koktavost aj.,
- **získané** – afázie při CMP, nádory apod..

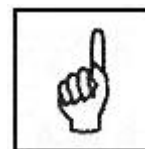
Příčiny:

- **vrozené poruchy** – DMO, těžké sluchové postižení, těžké vývojové vady řeči, mentální postižení, autismus, kombinovaná postižení,

- **získané poruchy** – CMP, úrazy mozku, nádory mozku, získané těžké sluchové postižení, získaná kombinovaná postižení,
- **degenerativní onemocnění** – roztroušená skleróza mozkomíšni, muskulární dystrofie, amyotrofická laterální skleróza, Parkinsonova choroba, Huntingtonova choroba, Alzheimerův syndrom apod.

Afázie je označení pro získané narušení komunikační schopnosti. Je to porucha zpracování řeči, vzniká nejčastěji při ložiskovém poškození mozku.

- **Wernickeova afázie:** je charakterizována ztrátou plynulosti řeči, neporozumění slovům;
- **Brocova afázie:** je postižena schopnost čtení, psaní, ale porozumění a mluva jsou zachovány.



Porucha produkce řeči – pacient má v různé míře zachováno rozumění řeči. Se svým okolím se domluví pouze omezeně nebo se nedomluví (nikdo mu najednou nerozumí) – tím narůstá nervozita až agresivita postiženého, může až ztrácet zájem o komunikaci, uzavírá se do sebe.

Člověk s postižením fatických funkcí se cítí najednou i v okruhu svých nejbližších jako cizinec. Nikdo mu nerozumí, nikdo ho mnohdy ani nepochopí. Proto prožívá emoce od vzteku až po apatii. Takto postižený mnohdy sice nerozumí jednotlivým slovům, situaci však alespoň zhruba chápe. Pochopí z melodie, zabarvení hlasu, gest, z mimiky komunikačního partnera, o co se alespoň přibližně jedná.

8.3.2 Poruchy polykání

Dysfagie je porucha polykání pevné nebo tekuté stravy v průběhu jejího transportu z úst do žaludku. Velmi často je spojena s poruchami řeči a hlasu. Může mít různé příčiny. Většinou se jedná o komplikaci vzniklou v důsledku jiného onemocnění (CMP, demence, Parkinsonova nemoc).

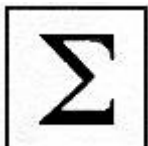


Typ aspirace potravy:

- **predeglutivní** (v orální fázi polykání, před spuštěním nevědomé fáze),
- **intradeglutivní** (při nevědomé fázi polykání nebo pokusu o polykání),

- **postdeglutivní** (v průběhu nevědomé fáze, po polknutí potravy, kdy se zbytky potravy dostanou do průdušnice).

Dysartrie znamená poškození motorických funkcí řeči (artikulace, tvorba hlásek, produkce hlasu, dýchání). Poruchy těchto motorických funkcí řeči se u dysartrie vyskytují v různé míře a v různých kombinacích.



Shrnutí kapitoly

- Orofaciální oblast je oblast se značnou kumulací funkcí, které se vzájemně ovlivňují: příjem a polykání potravy, mimika, dýchání, tvorba hlasu.
- Na funkcích orofaciální oblasti se podílejí mimické svaly, žvýkácí svaly, svaly jazyka, hltanové svaly a hlasivky. Orofaciální oblast je funkčně spojena s funkcí vzdálenějších oblastí (respirační systém, posturální systém atd.).
- Příjem potravy se děje pomocí žvýkání a polykání. Má tři fáze: orální, hltanovou a jícnovou.
- Tvorba hlasu je proces vytvářený modulovaným sloupcem vzduchu souhrou bránice, břišního svalstva, hlasivek, jazyka a svalstva orofaciální oblasti.
- Mimika je vědomé vyjadřování výrazem tváře, způsobené stahy obličejových svalů. Je součástí jemné a komunikační motoriky.
- Poruchy v orofaciální oblasti bývají často spojeny s řadou neurologických onemocnění (DMO, CMP), ale mohou být rovněž způsobeny celou řadou dalších onemocnění.

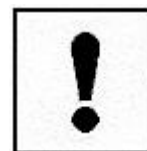


Kontrolní otázky a úkoly:

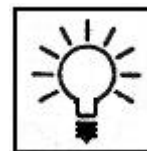
1. Jaké funkce má orofaciální oblast?
2. Jaký vztah má orofaciální oblast k ostatním segmentům pohybového systému?
3. Jak se orofaciální oblast podílí na příjmu a polykání potravy?
4. Jak se uskutečňuje tvorba hlasu a které struktury se na ní podílejí?
5. Jak se projevují poruchy orofaciální oblasti?

Úkoly k textu

1. Zpracujte kineziologickou analýzu pacienta s poruchou v orofaciální oblasti.

**Otázky k zamyšlení:**

1. S jakými oblastmi pohybového systému mohou být spojeny poruchy v orofaciální oblasti?

**Korespondenční úkoly**

1. Zpracujte kazuistiku pacienta s poruchou v orofaciální oblasti včetně podrobné kineziologické a patokineziologické analýzy. Zpracovaný protokol vložte do e-learningového kurzu v prostředí Moodle.

**Citovaná a doporučená literatura**

BERNACIKOVÁ, Martina; KALICHOVÁ, Miriam; BERÁNKOVÁ, Lenka.

Základy sportovní kineziologie [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, 2010 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z WWW:

<http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/index.html>

COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.

DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.

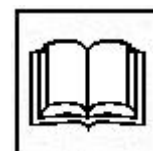
JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.

KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.

KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.

Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z

<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/index.php>.



VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

9 Kineziologické aspekty pohybových aktivit

V této kapitole se dozvíte:

- jaký vliv má zátěž na pohybový systém,
- jaké existují základní pracovní polohy,
- jaký vliv má manipulace s břemenem na páteř.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- vysvětlit správný způsob zatěžování páteře,
- charakterizovat jednotlivé pracovní polohy,
- vysvětlit průběh vzniku funkčních poruch,
- objasnit důvod vzniku vertebrogenních potíží.

Klíčová slova kapitoly: zátěž, břemeno, osově zatěžování, ohybové napětí, pracovní poloha, manipulace s břemeny, funkční poruchy, vertebrogenní potíže.

Průvodce studiem

V této kapitole se seznámíte s vlivem zátěže na pohybový systém, se základními pracovními polohami a manipulací s břemeny v rámci pracovních aktivit.

Kapitola není dlouhá a je úplně poslední. Tak to ještě chvíli vydržte.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi jednu hodinu.



9.1 Vliv zátěže na pohybový systém

Všechny pohybové aktivity lze provést ergonomicky. Znamená to, že vhodným zatěžováním lze struktury páteře šetřit. Naopak přetěžováním se tyto struktury přetěžují a mohou se poškodit. Nejvíce rizikový úsek je bederní páteř.

Pokud zatížíme páteř v ose rovnoměrně tlakem nebo tahem, budou působit na obratle v jejich příčném průřezu na každém místě stejně velké síly. Hovoří se o **osovém zatěžování**. Na takový typ zátěže je páteř vybavena. Toto zatížení je důležité k fyziologickému průběhu metabolických procesů zde probíhajících.



Není-li páteř takto zatěžována, např. při dlouhodobém pobytu na lůžku, hrozí riziko vzniku osteoporózy.



Ohybové napětí vzniká, když je struktura ve svém příčném průřezu nerovnoměrně (asymetricky) zatěžována. Znamená to, že na jedné straně je struktura zatěžována tlakem a na opačné straně tahem. V této situaci může dojít k poškození meziobratlové ploténky. Proto je nutno tuto situaci eliminovat. Je nutno přeměnit ohybové napětí v osové zatížení, pro které je páteř uzpůsobena.

Lze to provést

- vyvážením ohybového napětí symetrickým zatížením, tj. rovnoměrným zatížením obou stran (zatížení v tlaku);
- vyvážením asymetrického zatížení tahem svalů nebo vazů na kontralaterální straně;
- podepřením zatížené strany (viz obr. 2 a 3).



Obr. 2 a 3 Příklad správného provedení běžných denních aktivit u seniorů

Při ohybovém zatěžování musí posturální svaly, zajišťující vzpřímené držení těla, vyvážit asymetrické zatížení nosných struktur. Tím, že musí náhle zvýšeně pracovat a převzít úlohu fixačních pruhů a smyček, jsou tyto svaly

přetěžovány, což se projeví vznikem vertebrogenních bolestí. Je-li obnoveno osové zatěžování, svaly znormalizují svůj tonus a bolest mizí.

9.2 Kineziologické aspekty pracovních aktivit

9.2.1 Pracovní polohy

Pracovní polohou se rozumí postavení těla (hlavy, trupu, končetin) při práci. Z hlediska časového (tzn., jak dlouho setrváváme v jedné poloze a která poloha převažuje) se rozlišuje:

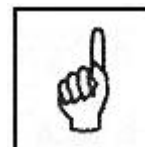
- **základní pracovní poloha**, ve které pracovník setrvává podstatnou část pracovní doby při výkonu hlavní činnosti (např. práce v sedu u počítače, práce ve stoji u pultu, sezení v autě při řízení vozidla apod.);
- **vedlejší pracovní poloha**, ve které pracovník setrvává krátkodobě při pomocných činnostech (např. při skartování papíru apod.).

Tyto polohy mohou být z hlediska ovlivnění pohybového systému:

- **fyziologicky vhodné** – takové polohy trupu, hlavy a končetin, které nevyžadují nadměrné úsilí z hlediska síly, zátěže a kontroly pohybu. Mluvíme o tzv. neutrální poloze;
- **fyziologicky nevhodné** – vyžadující nadměrné úsilí z hlediska síly, zátěže a kontroly pohybu. Těmto polohám se nelze zcela vyhnout, ale lze je redukovat na minimum (např. práce ve stoji se vzpaženými rukama, v předklonu apod.).

Základní pracovní polohy:

Stoj – hmotnost těla se přenáší na dolní končetiny. Těžiště se nachází relativně vysoko nad opěrnou plochou, proto se jedná o labilní polohu. Vzpřímený stoj je relativně ekonomický, protože svaly mohou pracovat v souhře. Při práci ve stoji však většinou nestojíme strnule na místě (s výjimkou hradní stráže), ale občas je nutno potočit trup či hlavu, pohybovat horními končetinami, přešlápnout apod. Přitom je možno manipulovat s různě těžkým břemenem. Čím více se pracovní stoj odchyluje od vzpřímeného stoje, tím větší ohybové napětí vzniká a zvyšuje se riziko poškození struktur páteře.



- **Uvolněný stoj** je charakterizován anteverzí pánve, hyperlordózou bederní páteře, kompenzační hyperkyfózou hrudní páteře, předsunutým držením hlavy s protrakcí ramen. Břišní a hýžděové svaly jsou v útlumu. Pokud tuto polohu zaujímáme delší dobu, vzniká svalová dysbalance se vznikem tzv. nestabilního kříže.
- **Asymetrický stoj** vzniká přesunem hmotnosti těla na jednu dolní končetinu. Stojná dolní končetina je zatížená, druhá dolní končetina je odlehčená, pokrčená v koleni a lehce posunutá vpřed či do boku. Tento stoj vede k šikmému postavení pánve, skoliotickému držení páteře a při dlouhodobém trvání k přetížení kloubů a vazů dolních končetin a páteře.
- **Korigovaný stoj** je stoj s chodidly rozkročenými zhruba na šířku pánve, tak aby hmotnost těla byla rozložena rovnoměrně na obě dolní končetiny. Pánev je v „nulové“ pozici, páteř je napřímená, jednotlivé segmenty nad sebou, klouby v centrovaném postavení. Ramena jsou uvolněná, hlava v ose.
- **Dynamický stoj** je fyziologická verze stoje, která využívá drobných pohybů těla (náklony trupu dopředu pohybem z hlezenních kloubů, takže se těžiště přesouvá před hlezenní klouby, lehký záklon v oblasti hrudní páteře, přešlapování, nakročování atd.) k udržení korigovaného držení.

Předklon je přechodná poloha, která většinou slouží k uchopení břemene a k manipulaci s ním. Předklon je ovlivněn výškou manipulační plochy a charakterem pracovní činnosti. Při práci v nižších polohách je nutná flexe páteře a flexe v kyčelních kloubech. V krční páteři bývá extenze. Pokud tato poloha trvá delší dobu, je velmi zátěžová jak pro strukturu páteře, tak pro klouby dolních končetin.

Záklon, úklon a rotace trupu jsou fyziologické krátkodobé pohyby spojené s lidskou aktivitou. Při dlouhodobé, opakované jednostranné zátěži mají za následek zkrácení příslušných svalových skupin a přetížení v oblasti páteřních segmentů.

Sed je velmi častá pracovní poloha. Krátkodobě je fyziologická, dlouhodobě je sezení spojeno s přetěžováním jednotlivých svalových skupin a vede ke vzniku vertebrogenních potíží. Je velmi důležité, jak sedíme. Dlouhodobý sed se zkříženými dolními končetinami (tzv. turecký sed) nemusí cvičenému mnichovi při dlouhodobé meditaci způsobit žádné potíže, zatímco necvičenému člověku způsobuje řadu potíží. Dlouhodobý sed na nevhodné židli či jiné sedací ploše může rovněž způsobit danému jedinci vertebrogenní potíže. Rovněž dlouhodobý sed na velkém míči (tzv. dynamický sed) nemusí mít jen pozitivní účinky. Přesto se dynamický typ sedu (na vhodných židlích) jeví jako nejvhodnější řešení.

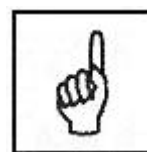
Klek je přechodná pozice, ve které pracují lidé s břemeny uloženými zejména na zemi (např. záchranáři). Přetěžovány jsou zde jak kyčelní a kolenní klouby, tak páteř, proto v této pozici nelze setrvat dlouho.

Leh na zádech je typický např. pro automechaniky. V této poloze je páteř uložena v ose, hlavní zátěž je kladena na horní končetiny a na krční páteř. Postavení hlavy totiž musí umožnit očím sledovat pracovní prostor, což může být v této poloze obtížné, pokud neprobíhá manipulace s předmětem přímo před očima.

Je nutno si uvědomit, že každá pracovní zátěžová poloha je poloha vynucená, kterou našemu tělu uměle vnucujeme, a je proto primárně nevhodná.

Dosahy horních končetin při sedu

- **častá a rychlá manipulace** s předměty pomocí prstů jedné nebo obou rukou (jsou zapojeny zejména svaly rukou a zápěstí),
- **optimální dosah** bez nutnosti změnit základní pracovní polohu (jsou zapojeny svaly horních končetin, lopatek a trupu),
- **maximální dosah** – méně časté a pomalejší pohyby za účasti posturálních svalů trupu a pánve.



Optimální dosahy ve stoji se realizují ve dvou oblastech:

- oblast častých pohybů;
- oblast méně častých pohybů.

9.2.2 Manipulace s břemeny

Všechny činnosti, vykonávané v mírném předklonu s propnutými koleny, ohrožují bederní páteř, protože zde vzniká velké ohybové napětí. Těžiště se posouvá mimo opěrnou bázi, čímž vznikají značné nároky na svalovou činnost dorzální svaloviny. Elektromyografická vyšetření prokázala, že se zádové svaly nejvíce aktivují v mírném předklonu.

Při maximálním předklonu jsou zatíženy více vazivové struktury. Je výhodné pracovat s rozkročenými dolními končetinami s pokrčenými koleny nebo s jednou dolní končetinou mírně předsunutou vpřed, abychom rozšířili opěrnou bázi.

Při zvedání břemene je důležité, jestliže se jedná o lehký nebo těžký předmět. Pokud zvedáme těžké břemeno, je nutné zpevnit páteř a využít hlubokého stabilizačního systému. Páteř je při zvedání podpírána vnitřními orgány, stlačovanými příčným břišním svalem, pánevním dnem a bránicí.

9.3 Patokineziologické aspekty

Vadné držení těla, stejně jako monotónní zátěž, vedou k chybnému zatížení a namáhání tkání, které na ně reagují změnami. V důsledku přetížení dochází k hromadění tkáňové tekutiny ve svalech a mezi svaly, fasciemi či šlachami. Tyto mikrootoky dráždí volná nervová zakončení. Mění se funkční působení jednotlivých svalů i svalových skupin. Některé se zkracují, jiné oslabují. Pokud jsou tyto svaly ve své omezené funkci přetíženy, pociťuje člověk bolest při jejich aktivitě.



Funkční poruchy nebývají spojeny s žádným „objektivním“ strukturálním nálezem. Jedná se o poruchu řídicí funkce nervového systému, která vyvolává kompenzační opatření organismu. V rámci aferentního zpracování nocicepce prostřednictvím naprogramovaných posturálních funkcí není tento adaptační proces vázán pouze na vlastní segment, ale na celý motorický vzor zabezpečující automatické držení polohy. Je tak funkčně ovlivněna svalová souhra, která toto držení zabezpečuje (ochrana segmentu vůči gravitaci prostřednictvím účelově změněného posturálního programu. Důsledkem jsou

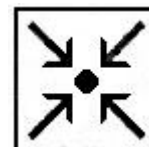
reflexní změny ve svalové funkci ve smyslu hypotonie a hypertonie (tzv. spoušťové body).

Dochází ke snižování adaptability člověka na neočekávané vlivy zevního prostředí. Na tomto stavu se podílí vliv civilizačního prostředí (dlouhodobý pobyt ve stálých podmínkách v bytě nebo na pracovišti, omezení styku s přírodním terénem dopravou do zaměstnání, stereotypní, málo variabilní práce v civilizačním prostředí atd.).

K nejčastějším příčinám patří

- vznik ohybového napětí při práci ve vynucených polohách;
- dlouhodobě monotónně opakované pohyby;
- nevhodně prováděné činnosti;
- používání nevhodných či nevhodně umístěných pomůcek a přístrojů;
- používání nevhodného nábytku (židle, stoly atd.);
- nesprávné dýchání;
- neřešený stres.

Příklad: nejčastěji dochází k nadměrnému zatížení v ohybu s rotací při vykládání břemene. Např. při vykládání těžkého zavazadla z kufru auta je často lidé zvednou je, pootočí se zády o 90 ° a pokládají břemeno na zem, aniž by si pomohli přešlápnutím dolních končetin.



Při dlouhodobém zatěžování páteře v nevhodné pozici nebo při nesprávné manipulaci s břemenem se mohou meziobratlové ploténky poškodit. Vzniká tak kořenové dráždění, které se projeví vertebrogenním bolestivým syndromem.

Vertebrogenní potíže, které vznikají při výkonu povolání, se nejčastěji projevují v podobě bolestí zad. Může se jednat jak o reverzibilní funkční poruchy, tak o ireverzibilní strukturální postižení pohybového systému. Jejich příčinou bývá

- neadekvátní zátěž (dlouhodobá, statická);
- nefyziologické pohyby (náhlé, prudké, nečekané);
- nevhodné pracovní polohy;

- nevhodná manipulace s břemenem
- dlouhodobý stres.

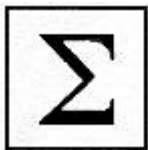
Část pro zájemce



Svalová síla mladé dospělé ženy odpovídá 65 % svalové síly stejně starého muže. Jestliže je žena a muž přibližně stejně vysokí, je rozdíl 80 %. Maximální svalová síla u obou pohlaví se vyskytuje mezi 25–30 roky. Svalová síla 65letého muže odpovídá 80–90 % síly 25letého muže. U žen je to 70–80 %. Úbytkem tělesné zdatnosti v průběhu života nejsou postiženy stejně všechny svalové skupiny. Např. síla m. biceps humeri se do věku 65 let sníží asi o 55 %, zatímco síla svalů zápěstí a ruky se sníží zhruba o 20 %. Z tohoto hlediska nejsou rozdíly mezi muži a ženami. Se zvyšujícím se věkem se zhoršuje přesnost a koordinace pohybů při činnostech vyžadujících souhru více svalových skupin.

Pokud jde o mentální funkce, zhoršuje se krátkodobá paměť a prostorová představivost o něco více než verbální schopnosti (slovní zásoba a projev). Některé změny ve výkonnosti starších osob jsou kompenzovány např. větší zkušeností, odpovědností, spolehlivostí apod. Starší pracovníci mívají menší absenci pro nemoc, pracovníci středního věku menší pracovní úrazovost, než osoby mladší. Naopak trvání nemoci je u starších osob delší, což se vysvětluje sníženou regenerační schopností a menší odolností proti infekcím.

Shrnutí kapitoly



- Pracovní aktivity provádíme v různých pracovních polohách. Pracovní polohou se rozumí postavení segmentů těla při práci. Tyto polohy mohou být fyziologicky vhodné či nevhodné. Důležité je polohy fyziologicky nevhodné eliminovat.
- Břemena zvedáme hlavou, nejen tělem!

Kontrolní otázky a úkoly:

1. Už Vás někdy při práci bolela záda? Uvědomili jste si, co bylo příčinou bolestí? Jaká preventivní opatření jste učinili?
2. Jaké pracovní polohy znáte a jaké nejčastěji používáte ve své práci?
3. Jaké zásady platí pro manipulaci s břemenem?

**Úkoly k textu**

1. Zpracujte seminární práci zaměřenou na kineziologii a patokineziologii vybrané pracovní nebo volnočasové aktivity. Zpracovanou seminární práci umístěte do prostředí Moodle nejpozději do konce letního semestru.

**Korespondenční úkoly**

1. Zpracujte seminární práci, ve které rozeberete kineziologické a patokineziologické aspekty vybraného povolání, sportu či volnočasové aktivity.

**Citovaná a doporučená literatura**

BERNACIKOVÁ, Martina, Miriam KALICHOVÁ a Lenka BERÁNKOVÁ.

Základy sportovní kineziologie [online]. Brno: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity, 2010 [cit. 2013-08-19]. Dostupné z WWW:

<http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/index.html>

COHEN, Helen Sue. *Neuroscience for Rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia:

Lippincot Williams & Wilkins, 1999. 488 s. ISBN 0-397-55465-6.

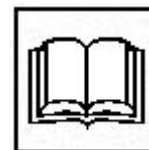
DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.

DYLEVSKÝ, Ivan, KUBÁLKOVÁ, Libuše, NAVRÁTIL, Leoš. *Kineziologie, kinezioterapie a fyzioterapie*. Praha: Manus, 2001. ISBN 80-902318-8.

JEDLIČKA, Pavel, Otakar KELLER et al. *Speciální neurologie*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-312-5.

KAPANDJI, Ibrahim Adalbert. *The Physiology of the Joints. Vol. 3. The Vertebral Column, Pelvic Girdle and Head*. 6th ed., Edinburg: Churchill Livingstone, 2009. ISBN 9780443012099.

KOLÁŘ, Pavel a kol. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2010. ISBN 978-80-7262-657-1.



Patobiomechanika a patokineziologie. Kompendium [online]. Praha: FTVS [citace 13-08-31]. Dostupné z

<<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/index.php>>.

VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

VYSKOTOVÁ, Jana. *Ergonomie pro zdravotnické pracovníky*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2011. ISBN 978-80-7368-836-3.

WINTER, David. A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. John Wiley and Sons. INC., 2005. ISBN 0-471-44989-X.

