SVALOVÝ VZOREC KLOUBU

Muscle pattern of joints

Miroslav Tichý, Eva Macková, Marek Jelínek, František Ťupa12: 464–471, 2010
ISSN 1212-4117

Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Ústav zdravotnických studií

Summary

The literature search presented here is supposed to offer an outline of the literature concerning the function of skeletal muscles during natural movements. The clinical experience shows that different skeletal muscles of a certain joint do not exert the same functional behaviour. Some of them obviously play a larger role in the locomotion, some others being more important for the joint stability. The results of the search for the literature demonstrate that: a) every skeletal muscle performs a combination of movements simultaneously about all the axes available for the joint; b) every joint of the human body exerts its typical physiological movement pattern based on natural movements as e.g. the gait. This pattern consists of a characteristic combination of movements about all the joint axes simultaneously. It is possible to recognize flexion and extension physiological patterns. Thus, it is obvious that the human body does not take advantage of all the combinations of movements about all the axes during natural movements, but it prefers some of them. Based on results of an analysis of the literature, it is possible to divide skeletal muscles surrounding the same joint into pattern and non-pattern ones. The pattern muscles particularly participate in natural movements. They perform either flexion or extension patterns of the joint movement and can be considered as prevalently locomotion muscles. Non-pattern muscles perform some of the flexion pattern movements and some other movement from the extension pattern. Thus, they prevent joint deflections in all the movement directions. Their main function is the joint stabilization. The results of the study presented here will serve as a starting point for experimental scientific studies, which should corroborate or refuse the hypothesis presented concerning pattern and non-pattern muscles.

Key words: skeletal muscle – locomotion – joint stabilization – pattern muscles

Souhrn

Cílem předkládané rešeršní práce je vytvořit přehled literatury, který se týká funkce kosterních svalů při přirozených pohybech. Klinická zkušenost ukazuje, že kosterní svaly kolem téhož kloubu se funkčně nechovají stejně. Některé z nich zřejmě hrají větší roli při lokomoci, jiné jsou významnější pro stabilitu kloubu. Výsledky přehledu literatury ukazují, že: a) každý kosterní sval provádí ve svém kloubu při přirozeném (podvědomém) pohybu kombinaci pohybů současně kolem všech os, které má kloub k dispozici; b) každý kloub lidského těla má svůj typický fyziologický vzorec pohybu, který vychází z pohybů přirozených, jako je například chůze. Tento vzorec se skládá z charakteristické kombinace pohybů kolem všech kloubních os současně. Přitom lze rozeznat fyziologické vzorce flekční a extenční. Je tedy zřejmé, že lidské tělo nevyužívá při přirozených pohybech všechny kombinace pohybu kolem všech os, ale preferuje jen některé z nich. Na základě výsledků rozboru literatury můžeme rozdělit kosterní svaly kolem téhož kloubu na vzorcové a nevzorcové. Vzorcové svaly se účastní především přirozených pohybů, provádějí buď flekční, nebo extenční vzorec kloubního pohybu a je možné je označit jako svaly převážně lokomoční. Nevzorcové svaly provádějí některý pohyb z flekčního vzorce a jiný ze vzorce extenčního. Brání tedy vychylování kloubu všemi směry pohybu. Jejich hlavní funkcí je stabilizace kloubu. Výsledky této studie poslouží jako východisko pro experimentální vědecké studie, jejichž cílem bude potvrdit, či vyvrátit předloženou hypotézu o vzorcových a nevzorcových svaích.

Klíčová slova: kosterní sval – lokomoce – stabilizace kloubu – vzorcové svaly

ÚVOD

Kosterní svaly hrají dominantní roli v udržování polohy těla (postura), nastavování různých segmentů těla vůči sobě navzájem a v přesouvání těla z místa na místo (lokomoce).

Jednotlivé svaly se od sebe liší a můžeme je tedy třídit podle různých hledisek. Tyto odlišnosti se týkají jejich stavby, metabolismu spojeného s výrobou energie pro kontrakci, úlohy při pohybu, komunikaci, jemné manipulaci, obživě, emočním a sexuálním chování.

Anatomové (Čihák, 2001) dělí svaly například podle jejich funkce na flexory, extenzory atd. Jiným způsobem lze dělit svaly podle jejich délky na krátké a dlouhé. Jiným pohledem může být počet bříšek, která sval obsahuje, tedy svaly jednohlavé, dvouhlavé (biceps), trojhlavé (triceps), čtyřhlavé (quadriceps). Dalším kritériem může být orientace průběhu svalových vláken k průběhu šlachy, tzv. zpeřenost (svaly jedno-, dvou či více zpeřené). Na tomto uspořádání závisí vektory sil, ve kterých svaly působí.

Fyziologické hledisko (Trojan, 2003) bere v úvahu způsoby, jakými svalová vlákna vyrábějí energii pro svou kontrakci. Existují dva základní typy svalových vláken – vlákna bílá a červená. Bílá vlákna jsou méně prokrvená, jsou rychlá v kontrakci, ale rychle se unaví. Červená vlákna jsou více prokrvená, obsahují barvivo (myoglobin), které je podobné červenému barvivu krevnímu (hemoglobin). Tato vlákna jsou sice pomalejší v rychlosti kontrakce, ale jsou vytrvalejší a méně unavitelná. Každý sval obsahuje oba typy těchto vláken, výsledné chování svalu závisí na jejich poměru. Například horní část m. trapezius má tendenci ke zkracování, kdežto jeho dolní část k ochabování.

Rehabilitační hledisko (Janda, 1984) vychází z hlediska předchozího. Každý kosterní sval obsahuje oba typy svalových vláken – bílá i červená. Ty svaly, které mají převahu bílých vláken, se označují jako svaly fázické a ty s převahou červených vláken jako svaly posturální. Fázické svaly slouží více pohybu (lokomoci). Jsou rychlé, ale snadno unavitelné. U člověka se sedavým způsobem života a práce jsou méně zaměstnávány, což vede k jejich ochabování. Posturální svaly slouží zejména k udržování polohy těla (postura). Obsahují více vaziva, protože práce vaziva je podstatně méně energeticky náročná než práce svalových vláken. Mají výraznou tendenci ke zkracování.

V rehabilitaci proto velmi často bojujeme s nerovnováhou mezi fyzickými a posturálními svaly (svalové dysbalance), pokud tyto svaly stojí u kloubů proti sobě a tvoří antagonistickou svalovou dvojici. Tak je tomu například u páteře. Na každé zakřivení páteře (lordózy a kyfózy) působí antagonistické svaly, z nichž jeden je fázický a druhý posturální. Fázické svaly zakřivení páteře napřimují (oplošťují). Svaly posturální je naopak prohlubují (zvýšeně zakřívují).

Při nerovnováze (dysbalanci) mezi posturálními a fyzickými svaly mohou nastat dvě varianty. Obě patří k tzv. vadnému držení těla. U první varianty dochází k převaze posturálních svalů nad fázickými. To je varianta mnohem častější. V tomto případě se všechna zakřivení páteře prohlubují a mluvíme o ochablém držení těla. U druhé varianty jsou v převaze fázické svaly. Tato varianta je vzácnější, ale také se běžně vyskytuje, například u vrozené hypermobility. V tomto případě se všechna zakřivení páteře oplošťují. Mluvíme o tzv. plochých zádech.

Všechna uvedená třídění kosterních svalů však postrádají konkrétnější pohled na jejich úlohu v pohybu jednotlivých kloubů za fyziologických a patologických stavů, jakými jsou například funkční blokády kloubů, u kterých hrají kosterní svaly a zejména jejich svalové napětí rozhodující roli (Tichý, 2005). Cílem tohoto sdělení je odvodit tyto vlastnosti jednotlivých kosterních svalů u vybraných kloubů na základě rozboru jejich anatomické stavby a funkce, biomechanické úlohy v přirozeném pohybu a na základě klinických zkušeností.

Rozbor anatomické funkce kosterních svalů

Pokud prostudujeme starší či novější anatomické učebnice českých či zahraničních autorů (za všechny jako příklady české učebnice Borovanský, 1976; Čihák, 2001; Grim et al., 2006), zjistíme, že všechny vycházejí při popisu stavby a funkce kloubů a jejich svalů ze základního anatomického postavení. Toto postavení je však nulovým postavením stavebním, nikoli funkčním.

Za funkční nulové postavení je možné považovat tzv. střední anatomické postavení. To je definováno jako postavení, ve kterém jsou všechny anatomické struktury kolem kloubu maximálně uvolněné, a svaly, které kloub obklopují, jsou silově vyvážené. Středního postavení využívají traumatologové pro dlouhodobější

fixaci kloubu, aby nedocházelo k výraznějšímu tuhnutí kloubního a svalového vaziva (kontraktura vaziva). Čínská bojová umění středního postavení v kloubech využívají jako nejlepšího výchozího postavení pro rychlý, přesný a koordinovaný pohyb.

Významným rozdílem mezi oběma postaveními kloubu je také to, že stejný kosterní sval je v obou pozicích kloubu v jiné poloze vůči osám otáčení a jeho působení na kloub se bude tudíž měnit.

Pokud prostudujeme v uvedených anatomických učebnicích funkci kosterních svalů u víceosých kloubů, pak zjistíme, že u mnoha svalů jsou popsány jejich funkce kolem všech základních os kloubu současně. Uvedeme některé příklady:

A) dvouosé klouby

- m. tibialis anterior provádí v zánártních kloubech dorzální flexi současně se supinací, mm. peronei provádějí v témže kloubu současně plantární flexi s pronací;
- všechny mm. carpi provádějí v radiokarpálním kloubu současně vždy dva pohyby kolem osy flekčně extenční i podle osy dukční. Například m. extensor carpi ulnaris provádí současně dorzální flexi s ulnární dukcí, m. flexor carpi ulnaris palmární flexi současně s ulnární dukcí;
- m. biceps femoris bérce v kolenním kloubu současně ohýbá a rotuje zevně, mm. semitendinosus a semimembranosus rovněž bérce ohýbají, ale současně ho rotují dovnitř.

B) tříosé klouby

- mm. teres major a latissimus dorsi provádějí současně extenzi, addukci a vnitřní rotaci v ramenním kloubu, m. pectoralis major provádí ve stejném kloubu současně addukci, flexi a vnitřní rotaci;
- m. iliopsoas provádí současně flexi, addukci a zevní rotaci v kyčelním kloubu, m. tensor fasciae latae provádí ve stejném kloubu současně flexi, addukci a vnitřní rotaci.

U některých svalů se však v těchto učebnicích neuvádějí funkce kolem všech základních os, které má kloub k dispozici. Zdůrazňují se tzv. hlavní funkce těchto svalů, ale pomocné funkce kolem jiných os se neuvádějí. Přesto lze

i tyto neuváděné funkce kolem zbývajících os snadno dovodit podle pozice svalu k ose otáčení v kloubu. Uvedme opět příklady:

- m. supraspinatus působí na tříosý ramenní kloub. Borovanský (1976) uvádí funkci pouze kolem jedné osy (pomocná abdukce), Čihák (2001) a Grim et al. (2006) popisují pohyby kolem dvou os (abdukce a zevní rotace). Tento sval přechází ramenní kloub shora a mírně zezadu a upíná se na tuberculum majus humeri. Při kontrakci tedy musí tento sval vzhledem ke své pozici (nad a mírně za osou hlavice kloubu) asistovat také flexi;
- m. subscapularis provádí dle Čiháka (1976) a Grima et al. (2006) pohyb pouze v jedné ose (vnitřní rotace). Borovanský (1976) popisuje pohyb kolem dvou os (vnitřní rotace a addukce). Vzhledem k tomu, že sval přistupuje k humeru mírně z dorzální strany, je třeba ještě doplnit pohyb extenční, i když nebude příliš výrazný;
- mm. vasti medialis et lateralis jsou všemi třemi učebnicemi anatomie popsány jako součást m. quadriceps femoris a je jim připisována funkce v koleni pouze kolem jedné osy (extenze). Avšak při ohnutém kolenu se oba svaly musí podílet také na rotacích bérce. Kvůli tomu, že leží vzhledem ke svému názvu mediálně či laterálně k rotační ose bérce, musí se m. vastus medialis podílet na vnitřní a m. vastus lateralis na zevní rotaci bérce.

Komplikovanější funkční poměry panují u některých velkých a plochých svalů, které jsou u člověka stavebně popisované jako jeden sval, ale přitom se fylogeneticky skládají z více částí, přičemž každá z těchto částí může mít kolem některých os pohybu odlišnou funkci. Příkladem mohou být m. serratus anterior, m. pectoralis major či m. gluteus maximus.

M. serratus anterior se upíná typickými pilovitými zuby k prvním devíti žebrům. Borovanský (1976) upozorňuje, že část svalu vycházející od 1. a 2. žebra je poměrně samostatná a upíná se k hornímu úhlu lopatky. Svalové snopce odstupující od ostatních žeber se paprscitě sbíhají a inserují v oblasti dolního úhlu lopatky. Z tohoto popisu je zřejmé, že m. serratus anterior jako celek přiklápí lopatku k hrudnímu koši a odsunuje ji od páteře (abdukce), jak Borovan-

ský uvádí. Horní a dolní část však budou mít rozdílný vliv na rotaci lopatky a na posuny lopatky kraniálním a kaudálním směrem (elevace a deprese). Horní část se upíná k žebřím nad úrovní horního okraje lopatky a upíná se k jejímu hornímu úhlu. Provádí tedy kromě abdukce také elevaci a rotaci horního úhlu laterálním směrem. Dolní část se upíná k žebřím pod úrovní dolního úhlu lopatky a k lopatce v oblasti dolního úhlu. Provádí tedy kromě hlavní funkce také depresi lopatky a rotaci dolního úhlu zevně.

M. pectoralis major (Čihák, 1959) vzniká během ontogenetického vývoje z pěti původně samostatných částí, začínajících od klíční kosti, prsní kosti, od 6. žebra a od pochvy přímého břišního svalu. Tyto části během vývoje postupně splývají v jeden definitivní sval. Tyto části přicházejí z trupu směrem k hornímu konci pažní kosti pod různými úhly a mají tedy na ramenní kloub různý vliv. Klavikulární část se nejvíce podílí na flexi, ostatní části provádějí spíše addukci a vnitřní rotaci.

M. gluteus maximus (Tichý, Grim, 1985) opakuje částečně během své ontogeneze fylogenetický vývoj. V poloze definitivního m. gluteus maximus člověka leží u plazů tři samostatné svaly, které začínají od různých kostí pánve: od os ilium (m. iliofemoralis), od os sacrum (m. sacrofofemoralis) a od ocasní části páteře (m. caudofemoralis). U savců začínají tyto tři části postupně splývat. Nejprve se spojují dvě horní části, kaudofemorální část se k nim přidává později a je ještě u menších lidských zárodků samostatným svaem. Tyto tři části mají různý vztah ke kyčelnímu kloubu. Horní vlákna procházejí nad osou otáčení hlavičky femuru a podílejí se tedy na abdukci v kyčli. Dolní vlákna jsou naopak pod osou otáčení a budou mít podíl na addukci.

Závěrem této anatomické části lze shrnout, že každý kosterní sval vykonává ve svém kloubu pohyby kolem všech os, které má kloub k dispozici. Anatomické učebnice tento závěr u mnoha svalů potvrzují, u jiných však popisují pouze jejich hlavní funkce, i když z polohy těchto svalů vzhledem k osám otáčení v kloubu je zřejmé, že tomu tak musí být. Dalším závěrem je, že velké, ploché svaly mají více funkčních částí, které se často fylogeneticky a ontogeneticky vyvinuly samostatně a které mají kromě stejné hlavní funkce celého svalu také odlišné funkce pomocné.

Přirozené pohyby v kloubech – fyziologické vzorce kloubů

Anatomické učebnice klasifikují klouby podle různých hledisek. Jedním z nich je tvar kloubních ploch, od kterého se odvíjí další hledisko, kterým je počet os otáčení v kloubu. Vzniká otázka, zda při přirozených pohybech využívá kloub všechny směry pohybu rovnoměrně nebo zda jsou některé směry pohybu a jejich kombinace kolem všech os upřednostňovány.

Na základě rozboru v předchozí kapitole můžeme důvodně předpokládat, že se při přirozeném pohybu kombinují v každém kloubu pohyby kolem všech os současně. Jestliže každý kosterní sval pohybuje svým kloubem současně kolem všech os, nezbyvá než přijmout závěr, že každý sval při své kontrakci takový kombinovaný pohyb ve svém kloubu provede. Kombinace pohybů kolem všech os bude logicky záviset na poloze svalu vůči všem osám otáčení.

Jako příklady rozebereme z hlediska přirozených pohybů některé klouby lidského těla.

Pohyby v zápěstí

Zápěstí je složeným kloubem, který se skládá z kloubu radiokarpálního, kloubů interkarpálních a kloubů karpometakarpálních. Kolem jedné osy lze provést dorzální a palmární flexi, kolem druhé osy radiální a ulnární dukci. V tom se shodují všechny anatomické učebnice.

Které pohyby kolem obou os se kombinují při přirozených pohybech? Takovým přirozeným pohybem mohou být například pohyby v zápěstí, vezmeme-li do ruky kartáč, abychom leštili boty nebo pilníček, abychom si upravili nehty.

Můžeme tedy uzavřít, že existují dvě kombinace pohybů při přirozených pohybech v zápěstí: palmární flexe + ulnární dukce a dorzální flexe + radiální dukce. Stejně kombinace uvádí tzv. Kabatova metoda (Voss et al., 1985) v druhé diagonále pohybů horní končetinou. V těchto směrech popisuje funkční blokády v zápěstí, které jsou způsobené hyperonem kosterních svalů, také Tichý (2005, 2008). Stejně kombinace pohybů potvrzují také biomechanické studie (Morimoto et al., 2004; Kaufmann et al., 2005).

To samozřejmě neznamená, že nelze provést zbývající kombinace pohybu, to znamená palmární flexi s radiální dukcí nebo dorzální flexi s ulnární dukcí. Vědomě jistě ano, ale při

podvědomých, automatických pohybech je nepoužíváme.

Pohyby v horním a dolním zánártním kloubu

Horní zánártní kloub (art. talocruralis) se nachází mezi kostí hlezenní a kostmi bérce, dolní zánártní kloub (art. subtalaris a art. talocalcaneonavicularis) se skládá ze zadní a přední části. Zadní část se nachází mezi zadními kloubními plochami talu a kalkaneu (art. talocalcanea), přední část mezi předními plochami talu a kalkaneu a mezi kulovitou částí hlavičky talu a os naviculare (art. talocalcaneonavicularis). V horním zánártním kloubu lze provést dorzální a plantární flexi, v dolním zánártním kloubu supinaci a pronaci nohy. Z funkčního hlediska lze tedy tyto klouby považovat za jednu funkční jednotku se dvěma osami pohybu.

Jak se tyto pohyby kolem obou os kombinují při přirozených pohybech? Pohyby uvedených zánártních kloubů a nohy se nejintenzivněji zabývají a zabývají biomechanici (například Lundberg et al., 1989; Vařeka, Vařeková, 2010). Noha při chůzi dopadá na podložku nejprve patou, a to jejím laterálním okrajem. V tomto okamžiku jsou zánártní klouby ještě v dorzální flexi a supinaci. Po prvním kontaktu paty padá špička nohy dolů ve směru plantární flexe a pata a poté celá noha se pohybuje ve směru pronace. Následuje kontakt celé nohy. Poté se odlepuje noha od podložky, nejprve pata, nakonec prsty a noha odlétá od podložky nejprve do supinace a následně do dorzální flexe. Z těchto biomechanických popisů lze tedy vyvodit, že při přirozeném pohybu kotníku se kombinují dorzální flexe se supinací a plantární flexe s pronací.

Pohyby lopatky

Lopatka je skloubena s trupem pouze prostřednictvím klíční kosti (art. acromioclavicularis a art. sternoclavicularis). Z toho je zřejmé, že lopatka komunikuje s trupem především prostřednictvím kosterních svalů, které se označují jako svaly heterochtonní a jejichž anatomie je shodně popisovaná ve všech učebnicích anatomie, včetně těch uvedených v této práci.

Lopatka a její pohyby jsou tedy velmi důležité pro pohyb celé horní končetiny a kosterní svaly, které mají jeden úpon na trupu a druhý na lopatce, se podílejí na přenosu patologických svalových řetězců z trupu na horní končetinu či

naopak podle toho, kde leží primární příčina patologického řetězce (Tichý, 2009).

Lopatka se kontrakcemi svalů hýbe v tříosém systému (Kendall et al., 1993). Podél svislé osy dochází ke zvedání lopatky nahoru (elevace) nebo k jejímu poklesu dolů (deprese). Podél horizontální osy se lopatka přibližuje k páteři (addukce) nebo se od páteře oddaluje (abdukce). Kolem rotační osy dochází k pohybům horního a dolního úhlu lopatky po obloucích.

Stejně jako u předchozích kloubů je nyní třeba stanovit, které z uvedených pohybů ve všech třech osách se spolu kombinují při přirozených pohybech. Kapandji (1970), Kendall et al. (1993), Karduna et al. (2000) a Sakiko et al. (2010) popisují kombinovaný pohyb z jedné krajní pozice, kdy je lopatka v depresi, addukci a rotovaná dolním úhlem zevně (směrem od páteře), do druhé krajní pozice s lopatkou v elevaci, abdukci a s rotací dolního úhlu dovnitř (směrem k páteři). První kombinace je spojená s flexí a druhá s extenzí v ramenním kloubu.

Lze tedy uzavřít, že při přirozených pohybech, jako je například chůze, se lopatka pohybuje buď ve směru flekční kombinace pohybů: deprese + addukce + rotace dolního úhlu zevně (směrem od páteře), nebo ve směru extenční kombinace: elevace + abdukce + rotace dolního úhlu dovnitř (směrem k páteři).

Na základě uvedených příkladů lze učinit závěr, že každý kloub má svou typickou kombinaci pohybů kolem všech os, které jsou používány při přirozených pohybech. Tuto kombinaci lze označit jako fyziologický (funkční) vzorec kloubu. Vzorec má dvě opačné varianty – flekční a extenční podle toho, zda je varianta zařazena do flekčních nebo extenčních svalových řetězců. Tyto fyziologické kombinace zároveň odpovídají směřům funkčních blokády kloubů, které jsou způsobené hyperonem odpovídajících svalů. Lze tedy učinit další závěr, a sice že funkční blokády kloubů vznikají ve směrech fyziologických pohybů kloubů.

Vzorcové a nevzorcové svaly kloubů

V předchozích kapitolách jsme dospěli k závěru, že vědomými kontrakcemi kosterních svalů můžeme u víceosých kloubů provést jakékoli pohyby či jejich kombinace. Při přirozených pohybech se však uplatňují jen některé z těchto kombinací, které můžeme označit jako fyziolo-

gické kloubní vzorce.

Z toho ovšem vyplývá, že kosterní svaly každého víceosého kloubu můžeme rozdělit na ty, které svou kontrakcí takovému vzorci odpovídají (svaly vzorcové), a na ty, které provádějí jinou pohybovou kombinaci (svaly nevzorcové).

Tuto hypotézu můžeme aplikovat na klouby a jejich svaly, které jsme popisovali v předchozí kapitole.

Zápěstí

V předchozí kapitole jsme z výsledků klinických

a biomechanických studií odvodili, že fyziologickými vzorci zápěstí jsou ve směru flekčním dorzální flexe + radiální dukce a ve směru extenčním palmární flexe + ulnární dukce.

Svaly, které funkčně patří k zápěstí, se označují jako mm. carpi. Následující tabulka 1 uvádí jejich názvy a kombinaci pohybů, kterou svou kontrakcí provádějí v zápěstí.

Tabulka 1 Svaly zápěstí

Název svalu	Funkce v zápěstí
m. flexor carpi radialis	palmární flexe + radiální dukce
m. flexor carpi ulnaris	palmární flexe + ulnární dukce
mm. extensores carpi radialis longus et brevis	dorzální flexe + radiální dukce
m. extensor carpi ulnaris	dorzální dukce + ulnární dukce

Pokud porovnáme kombinace pohybů jednotlivých svalů s flekčním a s extenčním kloubním vzorcem zápěstí, pak je zřejmé, že těmto vzorcům odpovídají m. flexor carpi ulnaris a mm. extensores carpi radialis longus et brevis. Tyto svaly můžeme tedy označit jako svaly vzorcové. Zbývající dva svaly vzorcům neodpovídají. Můžeme je tedy označit jako svaly nevzorcové.

Zánártní klouby

V předchozí kapitole jsme z výsledků klinických a biomechanických studií odvodili, že fyziologickými vzorci zánártních kloubů jsou ve směru flekčním dorzální flexe + supinace a ve směru extenčním plantární flexe + pronace.

Následující tabulka 2 uvádí svaly, které provádějí pohyby v zánártních kloubech.

Tabulka 2 Svaly zánártních kloubů

Název svalu	Funkce svalu
m. tibialis anterior	dorzální flexe + supinace
m. tibialis posterior	plantární flexe + supinace
mm. peronei longus et brevis	plantární flexe + pronace
m. gastrocnemius medialis	plantární flexe + supinace
m. gastrocnemius lateralis	plantární flexe + pronace

Z uvedeného přehledu vyplývá, že flekční kombinaci přirozených pohybů v zánártních kloubech odpovídá m. tibialis anterior a extenční kombinaci mm. peronei a m. gastrocnemius lateralis. Tyto svaly lze proto označit jako svaly vzorcové. Zbývající svaly, uvedené v tabulce, provádějí jeden pohyb z jednoho vzorce a druhý pohyb z druhého vzorce. Musíme je proto označit jako svaly nevzorcové.

Lopatka

V předchozí kapitole jsme z výsledků klinických a biomechanických studií odvodili, že fyziologickými vzorci zápěstí jsou ve směru flekčním deprese + addukce + zevní rotace dolního úhlu a ve směru extenčním elevace + abdukce + vnitřní rotace dolního úhlu.

Následující tabulka 3 uvádí svaly, které lopatkou pohybují a které mají jeden svůj úpon na lopatce a druhý na trupu.

Tabulka 3 Svaly lopatky

Název svalu	Funkce svalu
m. levator scapulae	elevace + addukce + vnitřní rotace dolního úhlu
m. rhomboideus minor	elevace + addukce + zevní rotace dolního úhlu
m. rhomboideus major	elevace + addukce + vnitřní rotace dolního úhlu
m. trapezius – portio cranialis	elevace + addukce + zevní rotace dolního úhlu
m. trapezius – portio caudalis	deprese + addukce + zevní rotace dolního úhlu
m. serratus anterior – horní část	elevace + abdukce + vnitřní rotace dolního úhlu
m. serratus anterior – dolní část	deprese + abdukce + zevní rotace dolního úhlu

Z uvedeného tabulkového přehledu je zřejmé, že flekčnímu pohybovému vzorci lopatky plně odpovídá ve všech třech osách pohybu dolní část m. trapezius, zatímco extenčnímu vzorci odpovídá horní část m. serratus anterior.

Vzniká otázka, jaký je rozdíl mezi vzorcovými a nevzorcovými svaly. Vzorcové svaly provádějí přirozené pohyby. Můžeme jim tedy přisoudit především lokomoční úlohu. Nevzorcové svaly mají spíše funkci stabilizační vzhledem k tomu, že pracují v obou vzorcích (flekčním a extenčním), a tudíž brání vychylování kloubu všemi směry.

ZÁVĚR

Provedený rozbor anatomické, biomechanické a klinické literatury nám dovoluje dospět k následujícím závěrům.

1. Každý kosterní sval lidského těla provádí pohyby ve svém kloubu kolem všech os, které má kloub k dispozici. Přitom je třeba brát ohled na skutečnost, že velké, ploché

svaly mají sice hlavní funkci společnou pro celý sval, ale jeho jednotlivé části se mohou v pomocných funkcích kolem dalších os podstatně lišit.

2. Každý kloub lidského těla má svůj typický fyziologický vzorec pohybu. Ten je odvozen od přirozených pohybů a skládá se z charakteristické kombinace pohybů kolem jednotlivých os. Vzorec má svou flekční a extenční variantu.
3. Kosterní svaly kolem každého kloubu lze rozdělit na vzorcové a nevzorcové. Vzorcové svaly provádějí svou kontrakci flekční nebo extenční variantu fyziologického pohybového vzorce kloubu. Nevzorcové svaly provádějí některý pohyb z flekčního vzorce a jiný pohyb z extenčního vzorce kloubu.
4. Tyto závěry se stávají hypotetickými východisky pro vědecké studie, které by podpořily či vyvrátily vytvořenou teorii vzorcových a nevzorcových svalů kloubů.

LITERATURA

- BOROVANSKÝ, L.: *Soustavná anatomie člověka*, díl. I, 5. vydání, Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství, 1976.
- ČIHÁK, R.: Musculus pectoralis major a jeho komponenty v ontogenezi člověka. *Čs. morfologie*, 1959, vol. 7, s. 147–191.
- ČIHÁK, R.: *Anatomie 1*, 2. vydání, Praha: Grada, 2001.
- GRIM, M. et al.: *Základy anatomie. 1. Obecná anatomie a pohybový systém*. Praha: Galén, 2006.
- JANDA, V.: *Základy kliniky funkčních neparetických poruch*. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1984.
- KAPANDJI, I. A.: *The physiology of the joints*. Volume 1, Upper limb, 2nd edition, Edinburgh and London: Churchill Livingstone, 1970.
- KARDUNA, A. R., McCLURE, P. W., MICHENER, L. A.: Scapular kinematics: effects of altering the Euler angle sequence of rotations. *J. Biomech.*, 2000, vol. 33, s. 1063–1068.
- KAUFMANN, R. et al.: Kinematics of the midcarpal and radiocarpal joints in radioulnar deviation: an *in vitro* study. *J. Hand Surg. Am.*, 2005, vol. 30, no 5, s. 937–942.
- KENDALL, F. P., McCREARY, E. K., PROVANCE, P. G.: *Muscles testing and function*. 4th edition, Baltimore: Williams and Wilkins, 1993.
- LUNDBERG, A. et al.: The axis of station of the ankle joint. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 1989, vol. 71, no 1, s. 94–99.
- MORIMOTO, H. et al.: Capitate-based kinematics of the midcarpal joint during wrist radioulnar deviation: an *in vivo* free-dimensionl motion analysis. *J. Hand Surg. Am.*, 2004, vol. 29, no 4, s. 668–675.
- SAKIKO, O. et al.: Three-dimensional scapular and clavicular kinematics and scapular muscle activity during retraction exercises. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 2010, vol. 40, no 3, s. 169–179.
- TICHÝ, M.: *Dysfunkce kloubu. Podstata konceptu funkční manuální medicíny*. 1. vydání, Praha: Miroslav Tichý, 2005, s. 1–119.
- TICHÝ, M.: *Dysfunkce kloubu. VI. Horní končetina*. 1. vydání, Praha: Miroslav Tichý, 2008, s. 1–129.
- TICHÝ, M.: *Dysfunkce kloubu. VII. Řetězení a viscerovertebrální vztahy*. 1. vydání, Praha: Miroslav Tichý, 2009, s. 1–92.
- TICHÝ, M., GRIM, M.: Morphogenesis of the human gluteus maximus muscle arising from two muscle primordia. *Anat. Embryol.*, 1985, vol. 173, s. 275–277.
- TROJAN, S.: *Lékařská fyziologie*. 4. vydání, Praha: Grada, 2003.
- VAŘEKA, I., VAŘEKOVÁ, R.: *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, 2010.
- VOSS, D. E., IONTA, M. J., MYERS, B. J.: *Proprioceptive neuromuscular facilitation*. 3rd edition, Philadelphia – Baltimore – New York – London – Buenos Aires – Hong Kong – Sydney – Tokyo: Lippincott Williams and Wilkins, 1985.

Miroslav Tichý et al.
Miroslav.Tichy@ujep.cz