

Anatomie a fyziologie pohybového systému

Vzhledem k tomu, že onemocnění z jednostranné opakované zátěže, vyskytující se u počítačových pracovníků, postihuje hybný systém člověka, je nezbytné seznámení se základními anatomickými a neurofyziologickými poznatky k tomuto problému.

Základem pohybového systému jsou kosti, klouby, vazy, šlachy a svaly; systém je ovládán centrálním nervovým systémem.

Každá **kost** se skládá ze tří stavebních komponent – okostice, kostní tkáň a kostní dřeň. Na povrchu kosti je vazivová okostice – periosteum, což je většinou silný, tuhý, vazivový list, který pokrývá celou kost s výjimkou kloubních konců, které jsou pokryty sklovitou kloubní chrupavkou. Okostice je bohatě prokrvena a obsahuje četné senzitivní nervy, které zabezpečují vedení tzv. kostní bolesti. Krevní cévy okostice mají význam pro výživu kostí. Kost jako tkáň je metabolicky nesmírně aktivní a neustále dochází k velmi čilé výměně nejrůznějších látek mezi ní a krví. Aby byla kost pevná a odolná, potřebuje především dvě základní věci, a to vápník a pohyb.

Hlavním zdrojem vápníku pro lidský organizmus je bezesporu mléko a mléčné výrobky. Ostatní zdroje vápníku lze považovat za podružné. Příjem vápníku však sám o sobě nestačí. Aby se vápník do kostí co nejúčinněji ukládal, je nezbytné dráždění kostí pohybem. Při pohybu jsou kosti zatěžované vahou těla a především tahem kosterních svalů. A teprve tato zátěžová stimulace nutí kosti k tomu, aby se ukládáním vápníku posilovaly.

Kloub je tvořen dvěma kloubními plochami, které po sobě mohou klouzat nebo se odvalovat (kloubní hlavice a jamka) a nitrokloubních chrupavčitých destiček. Každý kloub obaluje kloubní pouzdro, které je složeno ze dvou vrstev – vazivové a synoviální. Vazivová vlákna jsou zapuštěna do okostice. Vazivová vrstva tvoří pevný vnější obal, zesílený místy svazky kolagenních vláken – vazy (ligamenta). Vazy jsou především v místech, kde je pouzdro namáháno.

Synoviální vrstva je tenká blanka, vystylající kloubní dutinu. Tato blanka je zvlhčována tekutinou – synovií, produkovanou buňkami výstelky. Synovie je vazká tekutina, která slouží jako ochranné zařízení kloubu, zvlhčuje třecí plochy kloubních konců a vyživuje kloubní chrupavku.

Kloubní hlavice a jamky tvoří styčné plochy kloubů a jsou kryty sklovitou kloubní chrupavkou, která je mechanicky velmi odolná. Chrupavka neobsahuje cévy, je odkázána na výživu ze synoviální tekutiny a na velmi pomalou difúzi látek z kostních konců. Proto je ideální, pokud je chrupavka střídavě zatěžována a uvolňována, protože pak si může v době uvolnění oddechnout, zregenerovat a nasát do sebe výživné látky.

Pro chrupavky jsou obecně nebezpečné následující typy zátěže:

a) velmi rychlá střídavá zátěž, chrupavka nemůže řádně relaxovat a nestačí se vrátit do původního uvolněného stavu a dostatečně nasát živiny

b) dlouhodobá dehydratace, která vede k degenerativním změnám chrupavky.

Při obou typech zátěže je chrupavka málo vyživována a může potom následně dojít k poškození tlakem kloubních ploch na sebe, které může vést k omezení pohybu.

Kloubní pouzdro zajišťuje stabilitu při extrémním pohybu v kloubu a je zdrojem signalizace informací pro centrální nervový systém. V nespočetných receptorech (čidlech) kloubního pouzdra vznikají informace, které čidla předávají směrem do centrálního nervového systému (mozek a mícha).

Ke správné funkci kloubů je nezbytná vyvážená činnost svalových skupin, které kloub obklopují. Pokud skutečně vyvážené jsou, pak je kloub ve funkčně centrované poloze, což je

ideální stav pro jeho funkci. Zátěž je rovnoměrně rozložená po celé ploše kloubu a nehrozí zvýšené opotřebení v některé jeho části. Pokud protilehlé svaly vyvážené nejsou, pak je kloub po celých 24 hodin nerovnoměrně zatížený, což se projeví jednak při námaze a to tím více, čím je zátěž větší; jednak při statickém přetěžování strnulým sezením, stáním apod.

Nevhodné zatěžování kloubů špatnou polohou při práci, nevhodnou pohybovou aktivitou, přetěžováním statickým (dlouhodobý sed) nebo dynamickým (přetížení svalů) vede ke kostním přestavbám v kloubech, které následně ovlivňují svaly kolem sebe.

Šlachy jsou vláknité spojovací tkáně, pomocí kterých se svaly upínají na kosti, přenášejí smrštění svalu na pohyby těla. Šlachy tvoří paralelně probíhající svazky kolagenních vláken oddělené nepatrným množstvím amorfni mezibuněčné hmoty. Elastických vláken je poměrně málo—do 5 %, proto jejich možnost se protáhnout nebo smrstit není příliš velká. Jsou silné, ale mají malé zásobování krví. Některé šlachy jako např. šlachy v dlani a zápěstí se pohybují v obalu, jež obsahuje mazající a výživnou synoviální tekutinu. K natažení a ohnutí prstů kloužou šlachy až téměř o 5 cm v těchto pouzdrech, zatímco tato pouzdra zůstávají na místě.

Vazy jsou především zpevňujícím a fixačním zařízením pohybového systému; buď zpevňují kloubní pouzdra, nebo probíhají mimo pouzdra a jako izolované vazivové pruhy spojují sousedící kosti a svou pevností zamezují extrémním pohybům. Vazy mají podobnou stavbu jako šlachy, tj. tvoří je svazky kolagenních vláken s různou účastí vláken elastických. Nemohou se stahovat, ale mohou se nevhodnými technikami např. při dynamickém strečinku nebo vlivem nenadále nepřiměřené polohy (např. uklouznutí) prodloužit a zvýšit tím hybnost v kloubu nad bezpečnou mez. Vazy obsahují četná čidla stejně jako okostice, svalová povázka a svaly.

Stav, u kterého vrozeně méněcenné - méně kvalitní vazivo hraje významnou roli, nazýváme hypermobilitou. Jedná se o přehnaně velkou ohebnost většinou všech kloubů v těle. Málo pevné vazy drží klouby jen chabě pohromadě a ty se pak stávají mnohem náchylnějšími k funkčním poruchám (blokádam) a k přetížení, především při statické zátěži, tedy při dlouhodobém setrvání v jedné poloze (dlouhodobý sed, stoj apod.). Čím uvolněnější bude vazivová složka, jako například u zmíněné hypermobility, tím více musí při statickém zatížení zaskakovat svaly a to zákonitě povede k jejich přetížení s následnou bolestí.

Svalová povázka (facie)

Svalové povázky jsou slabé až velmi silné pevné vazivové blány, které obalují jednotlivé svaly a svalové skupiny. Tyto vazivové vlány nemají schopnost se stahovat, při déle trvajícím zkrácení svalu se však zkrátí také a posléze vedou k poruše výživy svalu, čímž se současně omezuje pohyb. Fascie oddělují jednotlivé svaly, což má význam anatomický i funkční—klouzáni svalů po sobě při činnosti hybné soustavy.

Svaly jsou jediné stažlivé stavební prvky lidského těla umožňující aktivní pohyb; představují asi 40 % tělesné hmotnosti. Sval je orgán složený z řady tkání: svalové, vazivové, nervové a cévní. Svalová tkáň je v kosterním svalu vytvořena ze svalových vláken, složených do svazků svalového bříška, které má schopnost aktivně se stahovat a ze šlach upevňujících sval do periostu a do kompakty kosti. Šlachy přenášejí svalové kontrakce. Kontrakce svalu (smrštění) je vyvoláváno nervovými podněty. Motorická nervová vlákna končí ve svalu na motorických ploténkách. Informace ze svalů a šlach vycházejí ze svalových vřetének a šlachových tělísek. Svalové vřetenko je hlavní proprioceptivní orgán svalu. Je to v podstatě upravené svalové vlákno, které vazivově souvisí s normálními stažlivými svalovými extrafuzálními vlákny (okolní svalová vlákna mimo oblast vřetenka), jež jsou inervována spouštěcím motorickým systémem alfa. Svalové vřetenko má dva kontraktilní póly, které jsou odděleny uprostřed receptorem reagujícím na změny napětí ve svalu. to je provázeno změnou jeho délky. Kontraktilní pól vřetenka složené z tzv. intrafuzálních (nitrovřetenkových) kontraktilních

vláken jsou inervovány motorickými vlákny nastavovacího systému gama, řízeného z retikulární formace mozku. Tato intrafuzální svalová vlákna vytváří tah působící na středový receptor a tím ho dráždí ke vzniku vzruchů. Svalové vřetenko sleduje délku svého svalu, protože vazivově souvisí s kontraktilními extrafuzálními vlákny a stimuluje se jejich protahováním. Vřetenko podává informaci nejen o statických, ale i o dynamických parametrech funkce, tj. o změně délky svalu (statická informace) a o rychlosti, s jakou se délka svalu mění (dynamická informace).

Z hlediska řízení pohybu je základem motorická jednotka. Motorická jednotka je počet svalových vláken, jež jsou inervovány jedním nervovým vláknem. Centrální nervový systém (CNS) je za normálních okolností dokonale informován o stavu každé motorické jednotky a může pro stejný pohyb ve stejném svalu použít různých motorických jednotek, zatímco jiné mezitím pasivně regenerují. Celý sval pak budí dojem neunavitelné funkce – ve skutečnosti se však v něm neustále střídají zapojené a odpočívající motorické jednotky.

Z hlediska funkce dělíme kosterní svaly na dvě základní skupiny: svaly posturální (postura – postava) a svaly fázičné. V každém svalu jsou obě tyto komponenty, ale podle toho která z nich převažuje se sval chová jako celek. Při každém pohybu mají určité svaly funkci hlavní – agonisté, zúčastní se na pohybu největším dílem. Pohyb se však nemůže uskutečňovat bez přesně definovaného uvolnění a protažení svalu, který má obrácenou funkci – tyto svaly jsou vzájemně antagonistické. Kontrakci agonistů musí souběžně přesně odpovídat relaxace a protažení antagonistů. Spolu s agonisty spolupracují synergisté, kteří sice nejsou schopni sami žádný pohyb vykonávat, ale podporují agonisty a mohou částečně převzít jejich funkci (v případě zranění). K uvedeným skupinám svalů přistupují ještě fixační svaly, které se nepodílí přímo na provedení pohybu, ale udržují potřebnou část těla v takové pozici, aby žádaný pohyb mohl být vykonán správně. Další skupinou jsou svaly neutralizační, tj. ty, které neutralizují druhou směrodatnou komponentu hlavního svalu.

Každý pohyb je přesně zakódován v CNS v tzv. pohybovém vzorci. V tomto vzorci je činnost jednotlivých svalů rozdělena tak, že některé svaly podpoří prováděný pohyb (facilitace) a činnost jiných musí být v daný okamžik utlumena (inhibice). Výsledný pohyb je pak vždy výsledkem přesně organizovaných facilitací a inhibicí. Tato dokonalost pohybu je možná, pokud mají všechny svaly odpovídající napětí (tonus), odpovídající délku a odpovídající sílu. Z hlediska svalového napětí rozlišujeme:

- 1) sval izometricky pracující, kdy je ve svalu zvýšené napětí, aniž by se měnila délka svalu
- 2) sval koncentricky izotonicky pracující, za určitého zvýšení napětí ve svalu dojde ke smrštění svalových vláken
- 3) sval excentricky izotonicky pracující, což je vlastně práce svalového protitřáče ke svalu koncentricky izotonickému (svalová vlákna se prodlouží).

Kosterní svaly jsou složeny ze tří typů buněk, jejichž vzhled i funkce jsou odlišné:

- 1) Buňky vytvářející červená, pomalá vlákna, která mají enzymatické vybavení pro aerobní dlouhotrvající práci.
- 2) Buňky vytvářející bílá, rychlá vlákna s enzymatickým vybavením pro anaerobní práci. Vlákna se stahují velmi rychle a intenzívně, jsou však snadno unavitelná.
- 3) Buňky vytvářející přechodná, intermediální vlákna, která jsou dvojího druhu: jedny mají anatomické charakteristiky bílých vláken, ale funkci červených nebo opačně anatomické vybavení červených, ale funkci bílých.

Koordinace pohybu

Při každém složitějším pohybu je nezbytná souhra všech svalů, které se na něm podílejí a které se k jeho realizaci sdružují ve funkční skupiny svalů. Zabezpečit tuto souhru čili pohybovou koordinaci je úkolem řídicích nervových mechanismů v podkorových i korových oblastech ústředního nervstva, kde se za tím účelem pro běžné pohybové děje vytvářejí

příslušné pohybové stereotypy. Pokud se pro určité pohybové činnosti stereotypy dosud nevytvořily, anebo se vytvořily stereotypy vadné, souhra svalů vážne a narušená pohybová koordinace je znát i na způsobu provedení pohybu, na jeho plynulosti, přesnosti a ekonomičnosti.

Kosterní sval je jediným aktivním hnacím prvkem pohybového aparátu. Ideální zátěží pro svaly je dynamické střídání kontrakce a relaxace, tedy stahu a uvolnění. V době uvolnění se do svalu lépe dostává krev, která jednak přináší kyslík a živiny pro další práci, jednak odplavuje odpadní produkty látkové výměny.

Pokud jsou svaly přetížené staticky (izometrická kontrakce při dlouhodobé strnulé poloze), pak se musí na tento stav adaptovat. Pokud jde o přetížení krátkodobé, dochází ke spasmu svalových vláken. Při dlouhodobém přetížení se svalová vlákna unaví, začnou ochabovat a jejich funkci začne přebírat vazivová kostra svalového bříška, která se zkrátí. Sval jako celek je pak co do kontrakční síly oslabený, ale do protažení naopak klade větší pasivní odpor, je tedy zkrácený.

Statické přetěžování vede k tomu, že hodně zapojované svaly se zkracují a táhnou více, málo používané svaly naopak ochabují a sílu ztrácejí. Dochází ke svalové nerovnováze, dysbalanci.

Svalová dysbalance je tedy porucha distribuce svalového napětí a může postihovat jakékoliv antagonistické svalové skupiny kolem kteréhokoliv kloubu lidského těla.

Zkrácení svalu, kontraktura, je nejzávažnější změnou, s níž se setkáváme při svalové nerovnováze. Projevuje se, kromě odchylky držení postižené části těla, především omezeným rozsahem pohybu, a to pohybu na opačnou stranu kloubu, neboť zkrácené svaly mu brání.

Kritériem je rozsah pasivního, např. jen s využitím gravitace prováděného pohybu, tímto směrem.

K výrazným změnám dochází ovšem i na této opačné, protilehlé straně kloubů či řetězce kloubků. Funkční útlum zde umístěných svalů, který může být někdy i vlastní, prvotní příčinou nerovnováhy, přechází brzy v pokles svalového napětí (hypotonie). Z činnosti vyřazované hypotonické svaly se postupně protáhnou, ochabují a ztrácejí i na hmotnosti, atrofují. Oslabení a hypotonie může klesnout až na 50 % jejich normální funkce. Výsledkem je snížení svalové síly těchto svalů.

Svaly převážně posturální jsou ty, které mají za úkol udržování základní polohy těla (vzpřímené postavy–postury). Tyto svaly mají všeobecně sklon ke zkrácení. Jedná se o svaly, které jsou vývojově starší a odolnější vůči škodlivým vlivům, mají lepší cévní zásobení a nižší práh dráždivosti, mají podstatně rychlejší regenerační schopnosti a jsou silnější. Zkracují se především skupiny ohybačů (flexorové skupiny). Příčinou je skutečnost, že při současném životním stylu – tzn. sedavý způsob života, jsme převážně ve flekční poloze. Zkrácený sval nebolí, omezuje však rozsah pohybu v kloubech.

Naproti tomu svaly fázičné jsou uzpůsobeny pro dynamickou práci, jsou vývojově mladší, výrazně unavitelnější, mají vyšší práh dráždivosti, horší cévní zásobení, horší regenerační schopnosti; jsou méně odolné vůči škodlivinám a jsou slabší. Mají tendenci k oslabování a hypotonii.

Svalová dysbalance vede k řadě závažných poruch. Dochází k nerovnoměrnému zatížení v kloubech, k nefyziologickému zatížení šlach, vazů, kloubních pouzder, styčných kloubních plošek i kostí. Nejprve se jedná o změny drobného charakteru, později však nastupují změny degenerativní. Zpočátku reverzibilní funkční změny vedou k reflexním změnám v pohybovém vzorci a postupně následují morfologické změny vedoucí k následnému zvýšení tonusu, k postupné ischemizaci svalu, ke zmnožení vaziva až fibrotické (vazivové) degeneraci svalu. Asymetrický tah v kloubu vede časem k anatomické přestavbě architektiky kloubu a ke změnám kvality vazů a šlach, což vede k častějšímu výskytu mikrotraumat a v poslední řadě

ke změnám v podobě artróz. Řada bolestivých obtíží je způsobena nedostatečnou péčí o zkrácené a oslabené svalové skupiny. Avšak vzhledem k tomu, že nervový systém řídí pohyby těla pomocí pohybových řetězců, do kterých jsou svaly a klouby zapojovány, nemůže oslabený nebo naopak zkrácený sval zcela dobře plnit svou úlohu v řetězci. Tento deficit kompenzují jiné články pohybového řetězce, často velmi vzdálené, které však nemusí tento nadbytek práce zvládnout a mohou se dekompenzovat.

Proto se mohou bolesti projevat i na jiných místech (ve funkční závislosti), než na kterých ke zkrácení došlo. Např. zkrácené ohybače kyčle jsou většinou provázány oslabením přímého svalu břišního a svalů hýžďových. Tato situace vede ke změně postavení pánve, která se promítne na chybném postavení páteře, zhoršení pohybové funkce, blokáдах obratlů atp.

Příčiny, které vedou ke svalovým dysbalancím:

1. malá aktivita, hypokineze, nedostatečné zatěžování
2. přetížení, chronické přetěžování (statická práce)
3. asymetrické zatěžování bez dostatečné kompenzace

Typy svalových dysbalancí:

1. místní—v určité kloubně svalové jednotce
2. systémová, která vznikla v celém hybném systému

Svalová dysbalance a držení těla

Důsledkem dysbalance je pak to, že namísto vyváženého zatěžování kloubů a vyváženého tvaru těla dochází k nerovnoměrnému zatěžování kloubů a k vadnému držení těla.

Pro správné držení trupu mají největší význam především čtyři svalové dvojice, které určují tvar a postavení předozadních křivek páteře, tedy lordóz a kyfóz.

První dvojice leží v oblasti krční páteře. Svaly se sklonem ke zkracování jsou zde svaly šíjové - především horní vzestupná vlákna kápovitého svalu (m. trapezius) a svaly kloněné (mm. scaleni) a kývač hlavy (m. sternocleidomastoideus); svaly se sklonem k ochabování jsou hluboké ohybače krku, uložené v hloubce za hltanem na přední ploše krční páteře a svaly nad- a podjazykové. Výsledkem takové nerovnováhy je předsunutá držení hlavy a krční páteře se zdůrazněnou krční lordózou.

Druhá svalová dvojice leží v oblasti hrudníku. Svalem se sklonem k přetěžování, tuhnutí a zkracování je velký prsní sval, ochabujícími svaly jsou zde svaly tzv. fixátory lopatek (střední a dolní část m. trapezius a svaly rombické). Výsledkem dysbalance jsou předsunutá ramena, odstávající lopatky a kulatá záda, tj. zdůrazněná hrudní kyfóza.

Třetí dvojice leží v oblasti břicha. Zkracujícími se svaly jsou zde bederní vzpřimovače a čtyřhranný sval bederní; ochabují svaly břišní, především přímý břišní sval (m. rectus abdominis). Výsledkem je vyvalené břicho, hyperlordóza bederní a oslabení břišního lisu v důsledku ochabnutí břišních svalů. Tím ztrácí oporu bederní páteř a dochází k jejímu přetěžování.

Poslední dvojice je uložena v oblasti pánve. Tvoří ji bedrokyčlostehenní sval (m. iliopsoas) a přímý sval stehenní (m. rectus femoris), jež mají sklon ke zkracování a tuhnutí, a velký hýžďový sval (m. gluteus maximus), který naopak častěji ochabuje. Výsledkem dysbalance je hyperlordóza v přechodu bederní páteře a křížové kosti s povolenými hýžděmi a předsunutým držením bederní části páteře.

To vše vede k neideálnímu postavení páteře, což se projeví vytvořením nefyziologických křivek při vertikálním držení trupu. Ty nejsou plynulé a jsou posunuté jejich vrcholy.

V důsledku toho klesá pružnost páteře a dochází k přetěžování jednotlivých úseků.

Na dolní končetině se ke zkráceným svalům ještě připojují flexory kolene a přitahovače stehna.

Přehled nejdůležitějších svalů s tendencí ke zkrácení a svalů s tendencí k oslabení:

Svaly s tendencí ke zkrácení:

- hluboké svaly šíjové (krční část vzpřimovačů páteře)
- horní část svalu trapézového a zdvihač lopatky (m. levator scapulae)
- velký a malý sval prsní (m. pectorales major at minor)
- svaly v oblasti beder - vzpřimovač trupu a čtyřhranný sval bederní (m. erector trunci, m. quadratus lumborum)
- ohýbače kyčle – sval bedrokyčlostehenní, přímý sval stehenní (m. ileopsoas, m. rectus femoris)
- přitahovače stehna (adduktory)
- ohýbače kolenního kloubu - dvouhlavý sval stehenní, sval poloblanitý a pološlašitý napínač povázky stehenní
- trojhlavý sval lýtkový
- ohýbače prstů a ruky

Stupeň zkrácení se hodnotí testováním a platí, že bývají zkráceny všechny svaly systému.

Svaly s tendencí k oslabení:

- hluboké flexory šíje
- dolní fixátory lopatek (svaly rhombické a přední sval pilovitý), střední a dolní část svalu trapézového
- svaly břišní (m. rectus abdominis)
- velký, střední a malý sval hýžd'ový,
- zbývající tři hlavy čtyřhlavého svalu stehenního,
- svaly na přední a boční straně bérce,
- svaly klenby nožní,
- svaly paži (zejména sval déltový).

Opět bývá oslabení v celém systému, nejvýraznější na břišním svalstvu. Stupeň oslabení hodnotíme testováním a u břišního a hýžd'ového svalu hodnotíme pohybový stereotyp zapojování svalů do činnosti.