

# 1 POHYBOVÁ SOUSTAVA

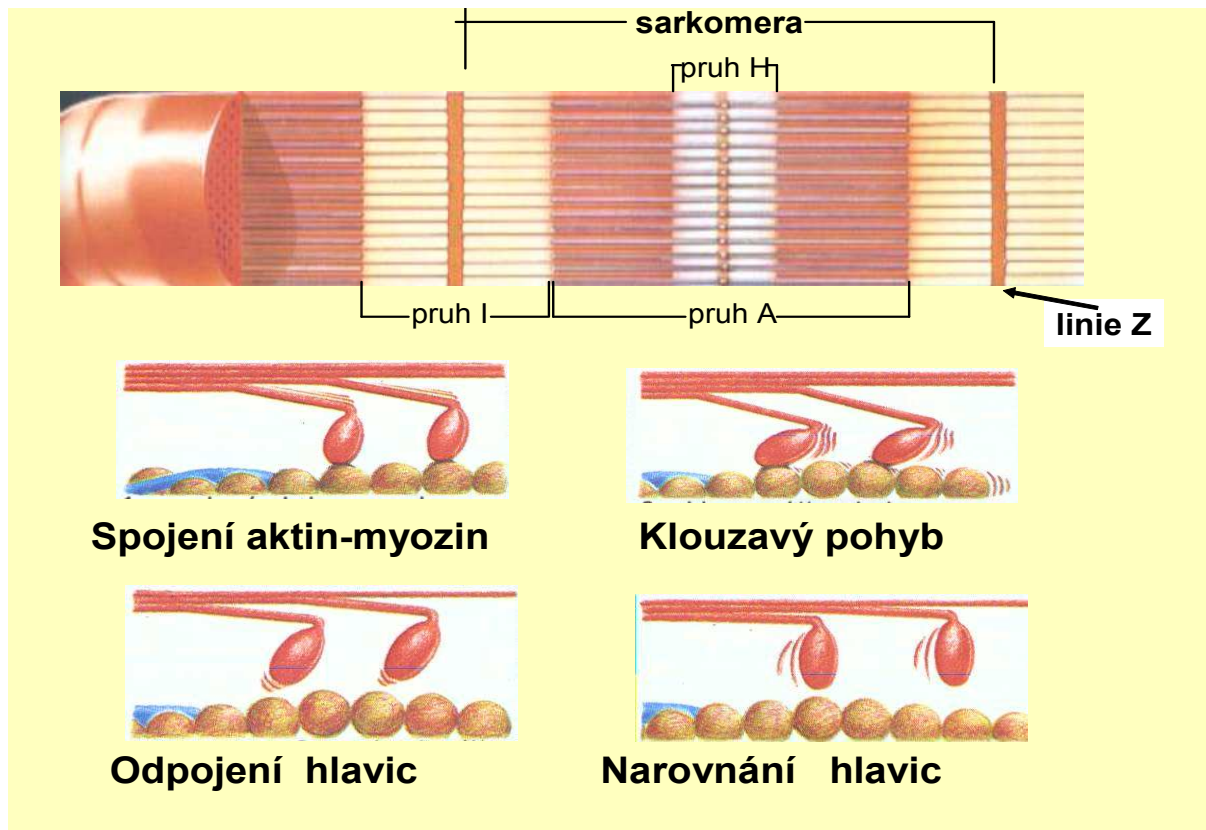
## 1.1 Kosterní svaly

Kosterní svaly jsou aktivní složkou pohybového systému a tvoří přibližně 40% tělesné hmotnosti. Základní jednotkou je svalová buňka dosahující délky až 20 cm. Svalová buňka (vlákno) je od okolí oddělena buněčnou membránou (sarkolemou), která obklopuje cytoplazmu (sarkoplazmu). V sarkoplazmě se nachází větší množství buněčných jader, mitochondrie (sarkosomy) a stažlivé vláknité struktury, tzv. myofibrily. Jedno svalové vlákno obsahuje až několik set myofibril a každá myofibrila je rozčleněna liniemi Z do asi 2  $\mu\text{m}$  dlouhých úseků – tzv. sarkomer. Ty jsou tvořeny pravidelně se střídajícími úseky silných (myozinových) a slabých (aktinových) myofilament. Díky pravidelnému uspořádání sarkomer v kosterním svalu můžeme při mikroskopickém vyšetření pozorovat charakteristické střídání světlých a tmavších pruhů, proto také název příčně pruhované svalstvo. Obě sady myofilament jsou do sebe částečně zasunuty. V místech, kde se překrývají, mohou spolu reagovat a vzájemně se proti sobě pohybovat. Tato vazba je podstatou svalového stahu (kontrakce). Aby mohl být svalový stah zahájen, je nutná přítomnost iontů vápníku v cytoplazmě svalové buňky. Pro hladký průběh kontrakce je důležitá dostatečná zásoba energie. Jejím bezprostředním zdrojem je molekula ATP (adenozintrifosfát). Ve svalu je chemická energie přímo přeměňována na energii mechanickou a tepelnou. Sarkoplazma svalového vlákna obsahuje kromě myofibril tukové kapénky, zrníčka glykogenu, kreatinfosfát, myoglobin (červené barvivo ve svalech vážící kyslík) a jiné četné rozpuštěné látky.

Svalové kontrakce probíhají proti různě velkému odporu, který ovlivňuje charakter i intenzitu svalové zátěže. Při **izotonické kontrakci** svalové napětí zůstává stejné, sval mění svou délku. Při zkrácení hovoříme o koncentrické kontrakci, při prodloužení o excentrické kontrakci. Dochází k pohybu v kloubu, proto zátěž označujeme jako dynamickou.

Při **izometrické kontrakci** roste svalové napětí, sval nemění svou délku, generuje (produkuje) sílu. Nedochází k pohybu v kloubu, svalovou zátěž označujeme jako statickou.

Při provádění pohybů v přirozených podmínkách se oba typy kontrakcí současně na různé úrovni kombinují.



**Obr. č. 1** Sarkomera – nejmenší kontraktilní jednotka a vzájemná interakce mezi myofilamenty aktinu a myozinu. (modifikováno podle: Silbernagl, S., Despopoulos, A., 1993)

## 1.2 Nervový systém

Zodpovídá spolu se systémem humorálním a imunitním za udržení stálosti vnitřního prostředí (homeostázu) a koordinaci funkcí celého organismu. Základní strukturní a funkční jednotkou nervového systému jsou nervové buňky – neurony. Typický neuron se skládá z těla a dvou sad výběžků, jednoho axonu a několika dendritů. Prostřednictvím dendritů přijímá neuron informace od jiných neuronů. Axon zpracovanou informaci předává dalším buňkám (neuronům anebo svalovým, popřípadě žláznovým buňkám). Spojení neuronů mezi sebou i jinými buňkami se nazývají synapse. Informace se šíří po výběžcích a tělech neuronů pomocí změn elektrického napětí na buněčné membráně – akčního potenciálu. Mezi jednotlivými nervovými buňkami je přenos informace zajištěn u člověka prostřednictvím chemických látek. Když akční potenciál dorazí axonem až na jeho konec, uvolní se v presynaptické části přenašeč a naváže se na příjmovou molekulu (receptor) v postsynaptické části. Ke stejným jevům dochází v místě spojení axonu motorického neuronu se svalem v tzv. motorické ploténce.

Navázání přenašeče na receptor v postsynaptické části vyvolá další akční potenciál, který se šíří po membránách svalových buněk a vyústí ve sled nitrobuněčných dějů, které vedou ke svalovému stahu. Veškeré pohyby jsou řízeny motorickými centry.

Nejvyšším centrem je mozková tkáň, která hodnotí a odpovídá na nejrůznější vnější i vnitřní podněty. Ke své činnosti vyžaduje průběžné informace o orientaci těla a končetin v prostoru, i o stupni kontrakce kosterních svalů. Nervosvalová vřeténka informují o délce a rychlosti změny svalu, ve kterém jsou umístěna. Golgiho tělíska registrují napětí ve šlachách. Hierarchicky nejvýše postavená motorická centra jsou v mozkové kůře. Z nich přichází základní impuls k provedení pohybu včetně jeho intenzity a rychlosti. Vlastní provedení je řízeno reflexně z míchy. Základními cestami, kterými jsou vzruchy vedeny, jsou pyramidová a extrapyramidová dráha. Pyramidová dráha probíhá v předních míšních rozích. Tam jsou umístěny velké motoneurony (alfa), které zásobují rychlá bílá vlákna a malé (gama) neurony zásobující pomalá červená vlákna. Souborem extrapyramidových drah je kontrolován stoj a svalový tonus. Podnět míšního reflexu přichází přírodním (aférentním) vláknem do sensorického neuronu. Jeho výběžky vstupují zadními míšními kořeny do míchy, kde se spojují s výběžky přestupního (intermediárního) neuronu. Dendrity tohoto neuronu postupují do předních rohů k neuronům motorickým, které vydávají bezprostřední impuls ke svalové kontrakci (Máček, 1997). Mozeček se zúčastňuje udržování rovnováhy, vzpřimování, koordinuje cílené pohyby.

### **1.3 Autonomní-vegetativní nervový systém**

Základní funkcí autonomního nervového systému je řízení činnosti vnitřních orgánů. Ovládá srdce, žlázy, hladké svalstvo, a na rozdíl od výše zmíněného somatomotorického („tělesněpohybového“) systému je v naprosté většině jeho činnost vůlí neovlivnitelná. Sestává se z oddílu sympatického a parasympatického. Odpověď obou systémů bývá ve velké většině případů protichůdná. Oba systémy jsou však v jisté funkční rovnováze. V konkrétních situacích však může některá ze složek převažovat. Za klidových podmínek zejména u sportovců je v převaze systém parasympatický. Při pohybové aktivitě převládá aktivita sympatiku se zvýšenou tvorbou a vyplavováním katecholaminů (adrenalin a noradrenalin) z dřeně nadledvin. Tyto hormony jsou uvolňovány nejen při zátěži fyzické, ale i psychické. Typické je zvýšení tonu (napětí) sympatiku při „mobilizaci organismu“ v rámci předstartovních stavů.

## 1.4 Pasivní komponenty pohybového systému

Pasivní složku pohybového aparátu tvoří kosti, šlachy a vazy. Kosti nemají jen opěrnou a ochrannou funkci. Jsou po celou dobu života metabolicky aktivní. Podílí se na udržování stálé hladiny vápníku v krvi a jsou jeho rezervoárem (asi 97 % je vázáno v kostech). Fyzická zátěž podporuje růst kostí. Dlouhodobě neúměrné zatěžování během tréninku může naopak vést ke snížení kostní hustoty (denzity) a vývoji osteoporózy včetně závažných komplikací. –

## 1.5 Dělení svalstva z funkčního hlediska

Z funkčního hlediska dělíme svaly na svaly posturální a fázické. Posturální svaly udržují základní polohu těla, jsou tedy v neustálém napětí a mají tendenci ke zkrácení. Svaly fázické jsou vykonavateli pohybů. Snadněji se unaví a mají tendenci k oslabování (hypotonii). Obě skupiny svalů se navzájem ovlivňují a musí být v rovnováze, jinak může docházet ke svalovým dysbalancím. Svalové dysbalance mohou vyústit do závažných degenerativních a nevratných změn svalové tkáně se zmnožením vaziva, sekundárně pak i k patologickým změnám šlach a kloubů. K těmto změnám může dojít u sportovců s trvalejším a intenzivnějším zatěžováním jen určitých svalových skupin. Proto jsou nezbytná kompenzační (vyrovnávací) cvičení – řízená pohybová činnost na základě posouzení změn svalového aparátu na podkladě dobrých znalostí pohybových projevů člověka (kineziologie).

## 2.7 Charakter odpovědi organismu na zátěž

**Reakce** je bezprostřední odpověď řady orgánových systémů na svalovou práci. Závisí na druhu, intenzitě a délce trvání zátěže.

**Adaptace** je schopnost orgánových systémů funkčně i morfologicky se přizpůsobovat mnohonásobně opakovaným, dlouhodobým vlivům. Opakování zátěží vede k postupnému slábnutí odpovědi na ně. Má-li být odpověď dostatečně velká, musí se intenzita podnětů postupně zvyšovat. Výsledkem je zvýšení výkonnosti. Také adaptace je závislá na druhu, frekvenci, intenzitě a době působení fyzické aktivity.

**Dezadaptace** je podmíněna vynecháním či oslabením pravidelných podnětů. Tato skutečnost vede k poklesu či vymizení projevů adaptace.

**Maladaptace** je důsledkem neadekvátní, dlouhotrvající nadměrné zátěže, která může vést ke strukturálním změnám i funkčním poruchám (Placheta ,1999).