

Kurz inštruktorov horolezectva 1. kvalifikačného stupňa
Lezenie na umelých stenách a lanové prekážky
Slovenský horolezecký spolok JAMES, Horolezecká škola JAMES

Seminárna práca

Fungovanie svalov a energetické zdroje
svalovej činnosti



Bobrovec, 27.2. 2020

Tereza Buntová

Obsah

Úvod	3
1. Svaly	4
1.1 Stavba svalu	4
1.2 Delenie svalov	5
1.3 Funkcia	6
2. Bioenergetika svalov - Energetické systémy	7
2.1 ATP-CP (anaeróbny alaktátový energetický systém).....	7
2.2 Glykotický (anaeróbny laktátový energetický systém)	7
2.3 Aeróbny energetický systém.....	8
Záver	10
Literatúra.....	11

Úvod

Lezecký pohyb vykonávajú svaly ovládané mysl'ou. Nielen jeden, ale mnoho svalov vždy perfektne zohraných v každom momente. Bez toho, aby sme vedeli podstatu ich fungovania, nedokážeme zefektívniť osobný lezecký tréning. Práve preto by sme tejto téme mali venovať dostatočnú pozornosť a prakticky využiť zistené poznatky. Okrem funkcie našich svalov je potrebné vedieť, odkiaľ berú energiu a ako ju dokážu spracovať. Na všetky tieto otázky a ešte mnoho iných, by som chcela odpovedať touto prácou a priniesť tak mnoho praktických informácií na zefektívnenie tréningu a zvýšenie celkovej úrovne lezeckej prípravy každého z nás.

1. Svaly

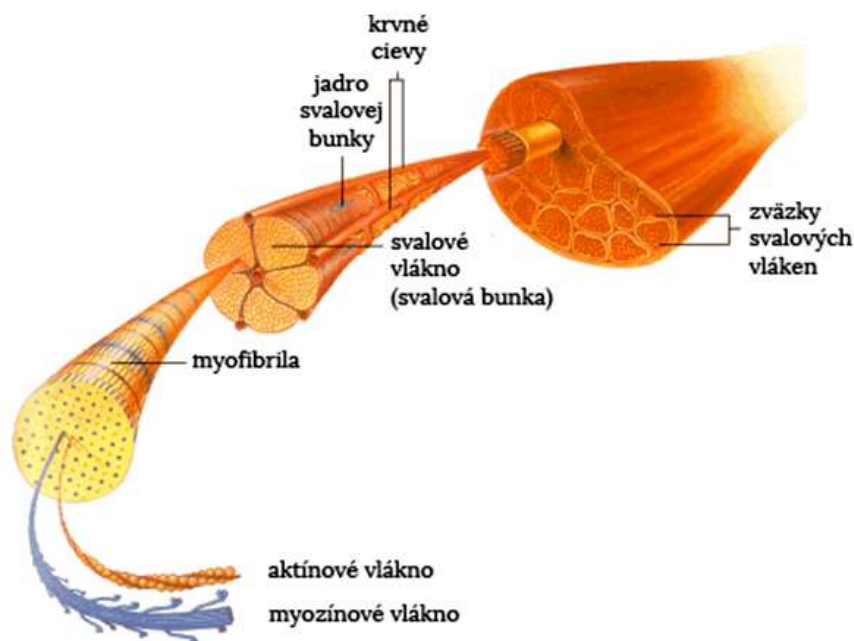
Na to, aby sme mohli skúmať funkciu svalov, potrebujeme presnejšie poznať zloženie svalov. Ľudské telo sa skladá z približne 600 svalov, ktoré spolupracujú a nám tak umožňujú rôzne pohyby. Práve svaly tvoria viac ako 30% našej hmotnosti.

V ľudskom tele rozlišujeme tri typy svalov podľa funkcie: priečne pruhované, ktoré sú ovládané vôľou a sú zodpovedné za pohyby tela, hladké, ktoré sa podieľajú na stavbe vnútorných orgánov, a myokard, teda srdcový sval. V tejto práci sa však budeme venovať len priečne pruhovanému svalstvu (<https://sk.wikipedia.org/wiki/Sval>).

1.1 Stavba svalu

Základnou stavebnou jednotkou každého svalu je svalová bunka. Tieto bunky sa skladajú z myofibríl. Sú to svalové vlákna, ktoré vznikli spojením aktínových – bielych a myozínových – červených vlákien. Práve ich striedaním vzniká efekt priečne pruhovaného svalstva. Myofibrily sa ďalej spájajú do svalových buniek resp. svalových vlákien a ich zoskupením vznikajú svalové snopce. Každý sval sa skladá z mnohých svalových snopcov.

V prípade veľkých svalov tela to môžu byť až stovky svalových snopcov.

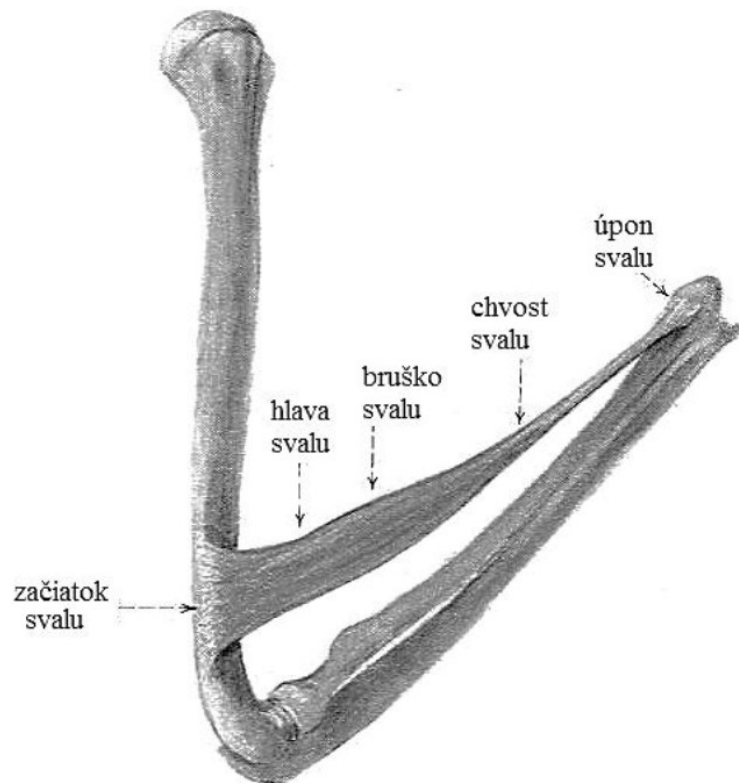


(<https://biopedia.sk/clovek/pohybova-sustava>)

Obr.1- Stavba svalu (<https://biopedia.sk/clovek/pohybova-sustava>)

1.2 Delenie svalov

Podľa rozmerov delíme svaly na svaly plochého, krátkeho alebo dlhého typu. Hlavne u svalov dlhého typu rozlišujeme jeho funkčné a tvarové úseky. Sú to začiatok svalu, hlava svalu, bruško svalu a chvost resp. úpon svalu, ktorý je najpohyblivejšou časťou celého svalu.



Obr.2- Časti svalu (Čihák, 2001)

U týchto svalov rovnako rozlišujeme aj tvar. Najčastejšie popisujeme vretenovitý, dvoj-, troj- alebo štvorhlavý, plochý alebo kruhovitý sval. Dôležitá je aj funkcia svalu, na ktorú je sval špecifikovaný. Delíme ich na :

- ohýbače (flexory)
- vystierače (extenzory)
- rozširovače (dilatátory)
- zvierajúce (sfinktery)
- priťahovače (adduktory)
- odťahovače (abduktory)

(<https://biopedia.sk/clovek/pohybova-sustava>)

Ďalším delením môžeme svaly rozdeliť podľa ich primárnej funkcie resp. podľa spolupráce s inými svalmi. Skupina agonistických svalov pracuje v spolupráci. To znamená, že vykonávajú rovnaký pohyb v rovnakom čase na dosiahnutie jedného cieľa. Príkladom môžu byť svaly m. biceps a najširší sval chrbta – m. latissimus dorsi, ktoré spolupracujú pri zhybovaní alebo iných podobných pohyboch. Ich opakom sú antagonisti – skupina svalov, ktoré pracujú proti sebe a tým umožňujú špecifický pohyb. Jednoduchým príkladom sú svaly ruky m. biceps a m. triceps pri zhybe. Akonáhle sa začne biceps skracovať, triceps pracuje opačne, teda sa natáhuje. Poslednou skupinou sú stabilizátory. Už z názvu vyplýva, že ich funkciou bude pomáhať pri stabilizácii tela, hlavne chrbtice. Pri lezení sú najdôležitejšími stabilizátormi predný pílový sval na hrudi a trapéz, a takisto vystierače prstov, ktoré stabilizujú zápästie (Jančoková, 2018).

1.3 Funkcia

Sval funguje na princípe kontrakcie, teda svalového sťahu. Rýchlosť kontrakcie je však rozdielna u bielych a červených vlákien. Rýchlosť sťahu aktínových, rýchlych vlákien je až 3x väčšia ako rýchlosť myozínových, pomalých. Vyjadrením v číslach je to 25 milisekúnd u bielych a 75 milisekúnd u červených vlákien (Horst, 2016).

Základom svalovej kontrakcie je podnet, na ktorý sval reaguje. V každej bunke svalu sa nachádza nervovo-svalová platnička prispôbená na prenos nervových vzruchov do mozgu. Celý tento systém sa nazýva motorická jednotka. Reakciou na prenesený vzruch je teda svalový sťah pri ktorom sa sval stiahne. Pri niektorých svaloch je to skrátenie až o 65% celej dĺžky svalu (Baláš, 2016).

Svalová kontrakcia môže byť statická – izometrická alebo dynamická, ktorú rozlišujeme na koncentrickú alebo excentrickú. Pre izometrickú kontrakciu je charakteristické, že dĺžka svalu od jeho začiatku až po úpon sa nemení; zostáva rovnaká. Typickým príkladom môže byť držanie akéhokoľvek chytu pri lezení, kedy svaly predlaktia vykonávajú izometrickú kontrakciu. Pri koncentrickej kontrakcii dochádza k skracovaniu svalu, pri excentrickej je to opačne; sval sa predlžuje. Príkladom môže byť zhyb, pri ktorom sa vo fáze dvíhania biceps skracuje a teda prebieha koncentrická kontrakcia, pri prechode do visu sa biceps predlžuje, prebieha excentrická kontrakcia (Horst, 2016).

2. Bioenergetika svalov - Energetické systémy

Aby svaly dokázali vykonávať prácu – kontrahovať, potrebujú energiu. Energiu získavajú z adenosintrifosfátu (ATP), ktorý je uložený vo svaloch. Zásoby sú však malé a pre svalovú prácu ich organizmus potrebuje dopĺňať – resyntézou. Existujú tri primárne energetické systémy, ktoré dopĺňajú hladinu ATP. Systémy pracujú súbežne, no vždy jeden až dva dominujú v závislosti od energetických potrieb konkrétneho cvičenia, prekonania lezeckého problému a podobne. Zapájanie energetických systémov je znázornené na obrázku 3. Energetické systémy (Horst, 2016).

2.1 ATP-CP (anaeróbný alaktátový energetický systém)

Tento systém produkuje veľké množstvo energie potrebné pre krátke, dynamické, silové, namáhavé a intenzívne lezecké pohyby, ako je napríklad prekonanie kľúčového miesta v ceste, namáhavý zhyb alebo maximálna kontrakcia prstov pre udržanie malého chytu. Pri takto veľkej námahe sa však zásoby ATP a CP (kreatín fosfát) minú za 10 až 20 sekúnd. Výsledkom je veľký pokles vo výkone, s čím je spojená zmena dominantného energetického systému na anaeróbný laktátový.

Zásoby kreatín fosfátu (CP) sa však obnovujú pomerne rýchlo počas miernejšej záťaže – napríklad prechodom do ľahšieho lezeckého terénu, alebo oddychu na veľkom chyte. Resyntéza CP je aeróbnym procesom, teda dobre vyvinutý aeróbnym energetickým systémom nám pomáha rýchlejšie regenerovať – doplniť CP – pred prekonaním ďalších ťažkých lezeckých miest (Horst, 2016).

2.2 Glykolytický (anaeróbný laktátový energetický systém)

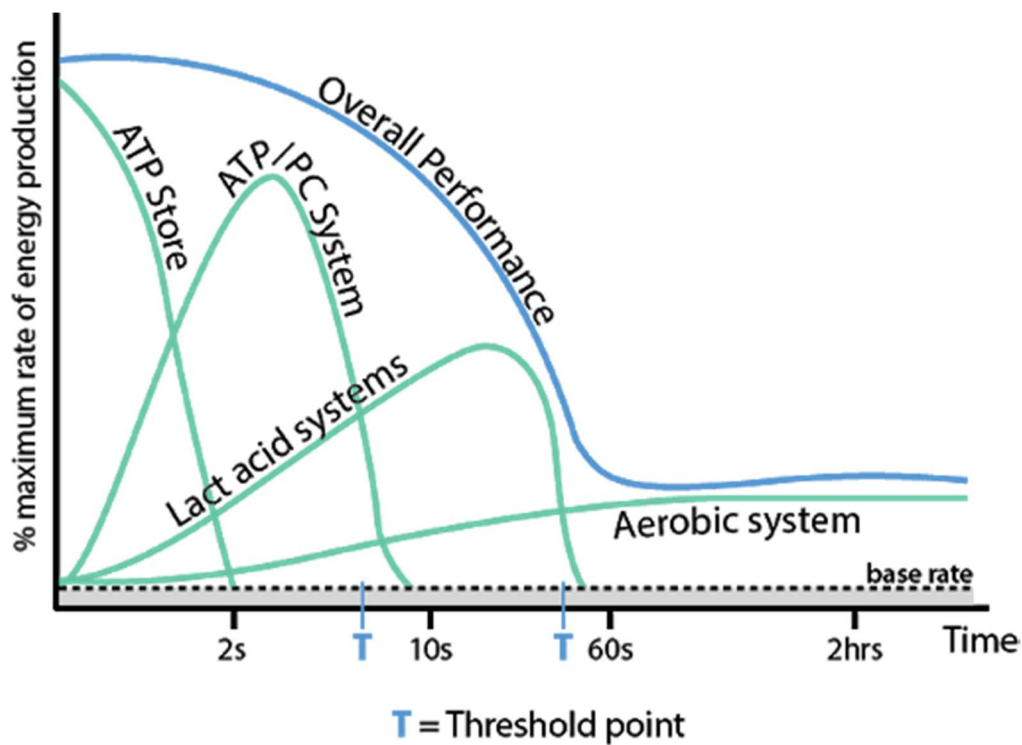
Kontinuálna vysoká záťaž svalu po dobu 20 sekúnd až dve minúty je energeticky primárne pokrytá anaeróbnym laktátovým systémom. Tento proces regeneruje ATP bez potreby kyslíka. Glykolytický energetický systém sa často využíva vtedy, keď lezec prekonáva sériu ťažkých krokov za sebou. Nanešťastie, už svalová kontrakcia s intenzitou 15% maximálnej možnej svalovej kontrakcie (MMSK) začína zabraňovať voľnému prúdeniu krvnému toku a kontrakcia s intenzitou cca 50% MMSK takmer kompletne zablokuje krvný

tok z dôvodu tvorby vedľajších látok (napr. laktátu - kyseliny mliečnej) (Kostermeyer 2000). Následne aeróbny energetický systém preberá dominantnú rolu v zásobovaní ATP do svalov.

Bežným znakom, že práve glykolytický energetický systém dominuje v danom momente tvorbe ATP je, že cítime bolesť vo svaloch. Pri lezení najmä v predlaktiach (“napumpované predlaktia – bandasky“), dýchame krátko a rýchlo, zvyšuje sa únava a klesá výkon.

2.3 Aeróbny energetický systém

Sústavná záťaž svalov, trvajúca viac než dve minúty, je z hľadiska energetickej spotreby pokrytá dominante aeróbnym energetickým systémom. Aeróbna resyntéza ATP je značne pomalšia než anaeróbne deje, preto tento systém nedokáže dodávať veľké množstvo ATP pre prekonanie silových lezeckých problémov. Tento systém pre svoje fungovanie potrebuje kyslík a “energetický substrát” (primárne svalový glykogén a mastné kyseliny). Našťastie sú jediné vedľajšie metabolické produkty tohoto systému oxid uhličitý, voda a teplo. Takisto laktát, ktorý sa tvorí pri aktivácii anaeróbného laktátového systému a je ďalším zdrojom pre aeróbnu produkciu ATP, tvorí akúsi “rezervnú nádrž”, ktorá prepája aeróbny a anaeróbne energetické systémy (Horst, 2016).



Obr3. Energetické systémy (<https://jdboelter.blogspot.com/2019/08/unit-2-energy-systems-and-their.html>)

Vysvetlivky:

“horizontálna os 2s - 2hrs” - časová os od 2 sekúnd po 2 hodiny

“T=Threshold points” - časové hranice, kedy energetický systém preberá dominanciu v tvorbe ATP

“vertikálna os % of maximum rate of energy production” - miera energetickej produkcie

“ATP store” - zásoby ATP

“ATP/PC System” - ATP-CP anaeróbný alaktátový energetický systém

“Lact acid systems” - aneróbný laktátový energetický systém

“Aerobic system” - aeróbný energetický systém

“Overall performance” - celkový výkon svalov

Záver

Pochopenie, ako fungujú svaly a ich energetické systémy využívané pri lezení, je základným stavebným pilierom pre efektívny tréning lezenia. Podpora všetkých energetických systémov, ich výživa a regenerácia tvoria komplexný a prepojený celok. Bouldrista, ktorý potrebuje pre svoj výkon veľa sily v krátkom čase, potrebuje silne vyvinutý ATP-CP energetický systém. Naopak lezec, ktorého zaujíma viac-dĺžkové lezenie, potrebuje prednostne vyvinutý aeróbny systém, pretože jeho svaly sú zaťažované inou intenzitou a po iný čas. Podľa týchto zistení vieme usúdiť, že neexistuje univerzálny lezecký tréning, ktorý by sedel každému lezcovi. Je len na jeho ambíciách a záujmoch, aký typ lezenia ho zaujíma. Na základe toho môže vytvoriť ideálny mix pre tréning tých energetických systémov, ktoré mu pomôžu dosiahnuť svoje lezecké ciele. Konkrétne cviky na podporu jednotlivých energetických systémov nájdete napríklad na www.trainingforclimbing.com.

Literatúra

BALÁŠ, J. 2016. *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2016. 279 s. ISBN 978-80-246-3361-9.

HÖRST, E. 2016. *Training for climbing*. Rowman&Littlefield, 2016. 335s. ISBN 978-1-4930-1761-4.

JANČOKOVÁ, L. 2018. *Fyziológia vo vedách o športe v pojmoch*. Žilina: Inštitút priemyselnej výchovy, 2018. 190s. ISBN 978-80-89902-12-5.

http://www.akademiavyzivy.sk/images/klasm/anatomia/05_Stavba_svalov.pdf

<https://biopedia.sk/clovek/pohybova-sustava>

<https://sk.wikipedia.org/wiki/Sval>

<https://jdboelter.blogspot.com/2019/08/unit-2-energy-systems-and-their.html>

<https://trainingforclimbing.com/>