

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
JESSENIOVA LEKÁRSKA FAKULTA V MARTINE
Ústav verejného zdravotníctva

Vybrané kapitoly z preventívneho pracovného lekárstva I.

Romana Ulbrichtová

Vysokoškolské skriptá



MARTIN, 2023

Vybrané kapitoly z preventívneho pracovného lekárstva I.

Vysokoškolské skriptá

Autor:

PhDr. Romana Ulbrichtová, PhD.

Ústav verejného zdravotníctva
Jesseniova lekárska fakulta v Martine
Univerzita Komenského v Bratislave

Recenzenti:

Prof. MUDr. Dušan Meško, PhD.

Klinika telovýchovného lekárstva
Jesseniova lekárska fakulta v Martine
Univerzita Komenského v Bratislave

RNDr. Mária Hrušková, PhD., MPH

Pracovná zdravotná služba ŽILPO, s.r.o.
Žilina

Prof. MUDr. Janka Buchancová, CSc.

Ústav verejného zdravotníctva
Jesseniova lekárska fakulta v Martine
Univerzita Komenského v Bratislave

Text neprešiel jazykovou korektúrou, za jazykovú stránku zodpovedá autor.

Skriptá odkazujú na legislatívne dokumenty platné v čase ich tvorby a vydania. Vzhľadom na dynamiku zmien v tejto oblasti je dôležité pravidelné sledovanie aktuálneho stavu.

Vydanie: prvé

Počet strán: 89; 3,4 AH

ISBN 978 – 80 – 8187 – 141 – 2

EAN 9788081871412

OBSAH

ÚVOD	8
1 FYZIOLÓGIA PRÁCE.....	9
1.1 Svalová činnosť.....	10
1.1.1 Druhy svalovej činnosti.....	14
2 ODOZVA ORGANIZMU NA PRÁCU A PRACOVNÉ PROSTREDIE	18
2.1 Rozdiely medzi mužmi a ženami v odozve organizmu na telesnú prácu.....	21
2.2 Zdroje energie pre svalovú prácu, metabolizmus svalov	22
3 CELKOVÁ FYZICKÁ A LOKÁLNA SVALOVÁ ZÁŤAŽ.....	28
3.1 Meranie a hodnotenie celkovej fyzickej záťaže.....	29
3.1.1 Meranie a hodnotenie energetického výdaja	29
3.1.2 Meranie a hodnotenie srdcovej frekvencie.....	32
3.2 Meranie a hodnotenie lokálnej svalovej záťaže	33
3.2.1 Svalová sila	34
3.2.2 Početnosť pohybov.....	37
3.2.3 Hodnotenie pracovných polôh z hľadiska fyziológie práce	39
4 POŽIADAVKY NA ERGONOMICKÉ USPORIADANIE PRACOVISKA	43
4.1 Práca v sede.....	43
4.2 Práca v stoju.....	47
5 MANIPULÁCIA S BREMENAMI.....	52
5.1 Zásady správnej manipulácie s bremenami	55
6 REŽIM PRÁCE A ODPOČINKU	59
6.1 Význam prestávok pri práci.....	62
7 ZDRAVOTNÉ DÔSLEDKY NADMERNÉHO ZAŤAŽENIA V PRÁCI.....	65
7.1 Únava.....	65
7.1.1 Fyziologická únava	66
7.1.2 Patologická únava	67
7.2 Dlhodobé, nadmerné a jednostranné zaťaženie končatín (DNJZk)	68
7.2.1 Typy úchopov ruky	69
7.3 Ochorenia z DNJZk.....	74
7.3.1 Syndróm karpálneho tunela (SKT)	77

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

ADP	Adenozínfosfát
ATP	Adenozíntrifosfát
BMI	Body mass index
CP	Kreatínfosfát
DM	Diabetes mellitus
DNJZk	Dlhodobé, nadmerné a jednostranné zaťaženie končatín
EMG	Metóda integrovanej elektromyografie
Fmax	Maximálna svalová sila
CHzP	Choroba z povolania
MET	Metabolický ekvivalent
MKCH	Medzinárodná klasifikácia chorôb
SKT	Syndróm karpálneho tunela
VO ₂ max	Maximálny objem kyslíka

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

Obrázok 1 Flexia a extenzia prstov ruky (Hamilton et al., 2011; Baniarová, 2017)	13
Obrázok 2 Abdukcia a addukcia prstov (https://www.pf.ukf.sk/images/docs/ine/2018/zimmermann/Anat.n%C3%A1zvy%20PDF.pdf)	13
Obrázok 3 Pohyby palca (Hamilton et al., 2011; Baniarová, 2017)	13
Obrázok 4 Rozloženie svalovej hmoty u 75 kg osoby	15
Obrázok 5 Druhy svalovej práce.....	16
Obrázok 6 Fyziologická charakteristika výkonnosti.....	19
Obrázok 7 Energia pre svaly.....	24
Obrázok 8 Fyzická záťaž.....	28
Obrázok 9 Celková fyzická záťaž.....	29
Obrázok 10 Časová snímka dňa.....	34
Obrázok 11 Meranie svalovej sily prostredníctvom EMG Holtera (ProBenefit, 2023).....	37
Obrázok 12 Priemerné celozmenové vynakladané sily u sledovaných pracovníčok.....	38
Obrázok 13 Suma pracovných pohybov za zmenu u sledovaných pracovníčok.....	38
Obrázok 14 Prípustná suma pracovných pohybov k vynakladanej svalovej sile	39
Obrázok 15 Lokálna svalová záťaž.....	41
Obrázok 16 Držanie chrbtice v sede bez opory (Gilbertová, Matoušek, 2002)	44
Obrázok 17 Postavenie chrbtice pri práci v sede (Gilbertová, Matoušek, 2002)	45
Obrázok 18 Spôsoby sedenia (Gilbertová, Matoušek, 2002)	45
Obrázok 19 Chybné držanie tela v stoju (Gilbertová, Matoušek, 2002).....	48
Obrázok 20 Poškodenie zdravia pri práci v stoju	49
Obrázok 21 Rizikové faktory pri manipulácii s bremenami.....	54
Obrázok 22 Dvíhanie bremena s úchytnom (https://www.skolachrbta.sk/paacuteca-s-bremenami.html)	56
Obrázok 23 Nosenie malého bremena (https://www.skolachrbta.sk/paacuteca-s-bremenami.html)	56
Obrázok 24 Dvíhanie malého bremena (https://www.skolachrbta.sk/paacuteca-s-bremenami.html)	56
Obrázok 25 Nosenie malého bremena (https://www.skolachrbta.sk/paacuteca-s-bremenami.html)	57
Obrázok 26 Druhy oddychu pri práci.....	60

Obrázok 27 Vzťah dĺžky pracovnej doby k percentu výroby (Švestka et al., 1978).....	61
Obrázok 28 Druhy prestávok pri práci.....	62
Obrázok 29 Druhy únavy	65
Obrázok 30 Gul'ový úchop (Kapandji, 2002).....	69
Obrázok 31 Valcový úchop (Kapandji, 2002).....	70
Obrázok 32 Hákový úchop (Kapandji, 2002).....	70
Obrázok 33 Kónický úchop (Mary Egbert, 2022)	70
Obrázok 34 Silový úchop (Kapandji, 2002).....	71
Obrázok 35 Pinzetový úchop (Kapandji, 2002).....	71
Obrázok 36 Štipkový úchop (https://www.mskunratice.cz/file.php?nid=17697&oid=7888175)	72
Obrázok 37 Kľúčový úchop (Kapandji, 2002)	72
Obrázok 38 Pisársky úchop (Kapandji, 2002).....	72
Obrázok 39 Delenie SKT s ohľadom na časový charakter	78
Obrázok 40 Znecitlivenie alebo parestézia v rámci stredného rozdelenia nervov (Frontera et al., 2020)	79
Obrázok 41 Štádia SKT.....	80
Obrázok 42 Rizikové faktory SKT	81
Tabuľka 1 Rozdiely medzi mužmi a ženami v odozve organizmu na telesnú prácu	22
Tabuľka 2 Energetická náročnosť vybraných činností (energetický výdaj u 70 kg muža)	25
Tabuľka 3 Hodnoty energetického výdaja podľa spôsobu vykonávanej práce a stupňa zaťaženia (Vyhláška 542/2007 Z. z.).....	30
Tabuľka 4 Kritériá na posudzovanie zmenovej srdcovej frekvencie pri práci vykonávanej prevažne veľkými svalovými skupinami (Vyhláška 542/2007 Z. z.)	33
Tabuľka 5 Prípustné zmenové priemerné hodnoty v % Fmax	35
Tabuľka 6 Smerné hmotnostné hodnoty oboma rukami zdvíhaných a prenášaných bremien, maximálna hmotnosť bremena a maximálna celozmenová hmotnosť (Nariadenie vlády 281/2006 Z. z.)	55
Tabuľka 7 Prehľad vybraných ochorení z DNJZk.....	76
Tabuľka 8 Profesionálne faktory SKT	82
Tabuľka 9 SKT za roky 2016-2021 (NCZI, 2017-2022).....	85

Použité symboly



V tejto kapitole sa dozviete



Časť pre záujemcov



Zhrnutie kapitoly



Kontrolné otázky



Zoznam použitej a odporúčanej literatúry

ÚVOD

Preventívne pracovné lekárstvo je interdisciplinárny, nadstavbový medicínsky odbor, ktorý pri práci využíva poznatky z hygieny, fyziológie a psychológie práce, ergonómie, toxikológie, chémie, fyziky, biológie, genetiky, epidemiológie a ďalších medicínskych, spoločensko-vedných a technických odborov. Usiluje sa o podporu a udržanie telesnej, duševnej a sociálnej pohody a o prevenciu a ochranu zamestnancov pred rizikami spôsobenými faktormi práce a pracovného prostredia.

V Európskej únii 62 % pracovníkov vykonáva repetitívne pohyby pri výkone práce a 47 % pracovníkov je exponovaných nepriaznivým pracovným polohám. V dôsledku vedecko-technického rozvoja patrí celosvetovo fyzická záťaž v zložke dlhodobého, nadmerného a jednostranného zaťaženia horných končatín k najviac závažným pracovným problémom. Monotónnosť, repetitívne pohyby rúk a predlaktí, nadmerná flexia a extenzia zápästia, neprijateľné pracovné polohy, osobnostné predpoklady a iné faktory sa podieľajú na vzniku profesionálnych ochorení. Vo významnej miere ovplyvňujú pracovný výkon a kvalitu života.

Tieto vysokoškolské skriptá neboli projektované ako komplexné a kompletne preventívne pracovné lekárstvo. Do ich obsahu sú zaradené témy, ktoré sú, podľa nášho názoru a presvedčenia, v súčasnosti najaktuálnejšie. Sú to témy zamerané na fyziológiu človeka a v dnešnej dobe najčastejšie sa vyskytujúce riziká v pracujúcej populácii, ktorými sú popri psychickej aj celková fyzická a lokálna svalová záťaž.

Skriptá sme sa rozhodli vydať v elektronickej forme predovšetkým z dvoch hlavných dôvodov. Prvým dôvodom je možnosť inovácie a aktualizácie ich obsahu, čo je v súčasnosti, pri rýchlom náraste poznatkov a dynamike legislatívnych zmien v tejto oblasti, nevyhnutné a žiadúce. Druhým dôvodom je dostupnosť pre všetkých študentov. Veríme, že skriptá doplnia chýbajúce a zjednotia všetky dostupné a potrebné informácie.

Autorka

1 FYZIOLOGIA PRÁCE



V tejto kapitole sa dozviete:

- 1) Čo je to fyziológia práce a aké sú jej hlavné úlohy.
- 2) Aké sú úlohy priečne pružného svalstva.
- 3) Aká je to kontrakcia izometrická, izotonická a auxotonická.
- 4) Ako rozdeľujeme druhy svalovej činnosti.

Fyziológia práce ako jedna zo súčastí pracovného lekárstva vychádza zo všeobecnej fyziológie človeka. Sleduje odozvu organizmu na vplyv práce a pracovného prostredia. **Hlavným cieľom** fyziológie práce spolu s ostatnými vednými disciplínami je dosiahnutie optimálneho výkonu pri takej záťaži organizmu, ktorá nevyvolá poškodenie zdravia.

Hlavné úlohy fyziológie práce sú:

1. Štúdium fyziologických dejov v organizme pri vykonávaní práce.
2. Stanovanie namáhavosti fyzickej práce a porovnanie s fyzickou danosťou pracovníkov (limity).
3. Hodnotenie termoregulačných mechanizmov organizmu.
4. Usporiadanie pracovného miesta.
5. Hodnotenie pracovnej polohy a pracovnej činnosti.
6. Posudzovanie pracovného tempa so zreteľom na organizáciu/režim práce a odpočinku.
7. Hodnotenie vplyvov spolupôsobiacich faktorov práce a pracovného prostredia na organizmus pracovníka.
8. Tvorba opatrení slúžiacich na prechádzanie nadmernej únavy, preťaženia, zníženia výkonnosti a poškodení zdravia.

Najlepšie využitie schopnosti pracujúcich, dosiahnutie najväčšej efektívnosti výroby bez ohrozenia alebo poškodenia zdravia.

1.1 Svalová činnosť

Z hľadiska fyziológie práce má najväčší význam **kostrové/priečne pruhované svalstvo**. Funkčnou jednotkou kostrového svalu je **svalové vlákno**. Svalové vlákno je mnohohajdrová bunka (*syncicium*). Jeho povrch tvorí bunková membrána – sarkoléma. Na oboch koncoch prechádza svalové vlákno na šľachovité úpony. Bunková membrána vytvára T-tubuly, ktoré zasahujú dovnútra svalového vlákna. T-tubuly urýchľujú vedenie vzruchu z bunkovej membrány k sarkoplazmatickému retikulu vo vnútri bunky, odkiaľ sa uvoľňujú Ca^{2+} ióny, nevyhnutné pre svalovú kontrakciu.



Pozdĺžne sa svalové vlákno skladá z funkčných segmentov, tzv. sarkomér. Sarkoméra je dlhá cca 2 – 3 μm , pri dĺžke svalového vlákna 30 cm má jedno svalové vlákno zhruba 100 000 sarkomér. Kontraktilnými elementmi vo vnútri sarkoméru sú hrubé myozínové a tenké aktínové vlákna. Tučné myozínové vlákna sú zakotvené v strede sarkoméru v tzv. M diskoch. Aktínové vlákna sú zakotvené v Z diskoch, ktoré ohraničujú jednotlivé sarkoméry. Pri kontrakcii sa sarkoméra skracuje tým, že sa do seba zasúvajú myozínové a aktínové vlákna. V polarizovanom svetle pod mikroskopom tak vzniká typický priečne pruhovaný vzhľad, podľa ktorého dostalo kostrové svalstvo aj názov – priečne pruhované.

Myozínové vlákno sa skladá z cca 150 vláknitých molekúl myozínu II. Myozín II tvoria 2 vlákna myozínu I. Ku každému vláknu myozínu I patrí jedna hlava, ktorá je k telu vlákna pripojená krčkom. Vždy 2 vlákna myozínu I vytvárajú jedno vlákno myozínu II, ktoré je na jednom konci zakončené 2 hlavami. Jednotlivé vlákna myozínu II sú v hrubom myozínovom vlákne orientované hlavami v opačnom smere. V pokoji je na hlavách myozínu naviazaná molekula adenoíntrifosfátu (ATP).

Aktínové vlákno sa skladá z dvojskrutkovice F aktínu, ktorá vyzerá ako dve pretočené šnúry koralov. Jednotlivé vlákna tvoria guľovité molekuly G aktínu (na jednu otáčku pripadá 14 molekúl G aktínu). Po oboch stranách dvojskrutkovice aktínu, blízko štrbiny, sa nachádzajú vláknité molekuly tropomyozínu. Ku každej molekule tropomyozínu sa viaže molekula troponínu. Molekula troponínu sa skladá z 3 častí:

Troponín T – viaže ostatné súčasti troponínu k tropomyozínu.

Troponín I – viaže molekulu troponínu k aktínu.

Troponín C – obsahuje väzobné miesto pre ión Ca^{2+} .

Vlákná sú približne 10 – 100 μm široké. Dĺžka sa pohybuje v rozmedzí od niekoľkých mm až po niekoľko cm (20 cm). Je inervované mozgovo-miechovými nervami – je teda ovládané vôľou. V prípade zániku tejto inervácie stráca svoju funkciu a atrofuje. Inervácia je nutná i počas vývoja, ak chýba, svalové vlákna sa nevytvoria. Takmer všetky svalové vlákna sú inervované spôsobom jedno vlákno – jedno nervové zakončenie, ktoré je uložené v jeho strede. Niekoľko svalových vlákien tvoria **snopce**, ktoré sa spájajú a tvoria **sval**. Svalové bunky obsahujú dva druhy filamentov. Vzájomným pohybom týchto vlákienok nastáva **kontrakcia** (sťah) a **uvolnenie** (relaxácia). Priečne pruhované (kostrové) svaly sa šľachami upínajú na kosť. Pri svalovej kontrakcii sa sval tvarovo mení. Môže sa skrátiť až na 65 % pôvodnej dĺžky.

Typy kontrakcie sú rôzne:

- **izotonická kontrakcia** – mení sa dĺžka svalu, ale napätie svalu zostáva rovnaké,
- **izometrická kontrakcia** – mení sa napätie svalu, ale dĺžka svalu sa nemení,
- **auxotónia** – mení sa dĺžka svalu aj jeho napätie.

Priečne pruhovaná svalovina tvorí cca 40 % hmotnosti človeka a sústavu viac ako 600 svalov.

Svalová jednotka reaguje na podráždenie trhnutím. Ku kontrakcii svalového vlákna dôjde, ak má nervový podnet aspoň prahovú hodnotu (pravidlo všetko alebo nič). Ak dorazí ďalší impulz v čase zostupnej fázy predchádzajúcej kontrakcie, nastáva **superpozícia**. V prípade opakovaných podnetov reaguje sval vlnitým tetanom. Ak dorazí ďalší impulz ešte v čase vzostupnej fázy predchádzajúcej kontrakcie, nastáva **sumácia**. V prípade opakovaných rýchlych podnetov reaguje sval hladkým tetanom. Sily jednotlivých motorických jednotiek sa môžu sčítať. **Sila svalovej kontrakcie závisí od frekvencie podnetov a počtu zapojených svalových jednotiek. Rýchlosť kontrakcie je nepriamo úmerná veľkosti záťaže. Trvanie kontrakcie je výsledkom vysokej frekvencie impulzov, ktorá spôsobí tetanický sťah svalového vlákna.** Voľná svalová aktivita má charakter hladkého tetanu. **Pri svalovej činnosti sa prakticky nikdy nezapájajú všetky svalové vlákna.** To je možné len maximálnym úsilím, napr. pri ohrození života. Zapojenie čo najväčšieho percenta motorických jednotiek je podstatou vysokých športových výkonov. Základom všetkej motility je svalový tonus a posturálna aktivita smerujúca k optimálnej súhre rôznych svalových skupín v záujme udržania polohy tela a telesnej rovnováhy. Ide prevažne o mimovoľnú činnosť, riadenú z nižších úrovní

centrálnej nervovej sústavy. Informácie vychádzajú zo senzorov vo svaloch (svalové vretienka) a šľachách (Golgiho telieska).

Napätie svalov v pokoji sa nazýva **svalové napätie** (tonus). Pokojové napätie zabezpečuje držanie tela a jeho častí. Podnetom na sťah – svalovú kontrakciu je nervový vzruch, prejavom kontrakcie svalu je **pohyb**. Pohyb patrí medzi základné atribúty života človeka.

Hlavným energetickým zdrojom pre svalovú činnosť je **glykogén**. Priečne pruhované (kostrové) svaly sú ľahko unaviteľné a ich výkonnosť klesá. Pri únave sa vyčerpávajú zdroje energie a hromadia sa splodiny metabolizmu, najmä kyselina mliečna, ktorá spôsobuje bolesti a napätie svalov (svalová horúčka).

Prejavom kontrakcie svalu je pohyb, ktorý patrí medzi základné atribúty života človeka.

K tomu, aby svalstvo mohlo reagovať na podnety, musí disponovať potrebnou energiou vytvorenou chemickou cestou. Svalstvo ju prevádza na mechanickú prostredníctvom svalových úponov na jednotlivé časti kostry.

Priečne pruhované (kostrové) svalstvo zabezpečuje:

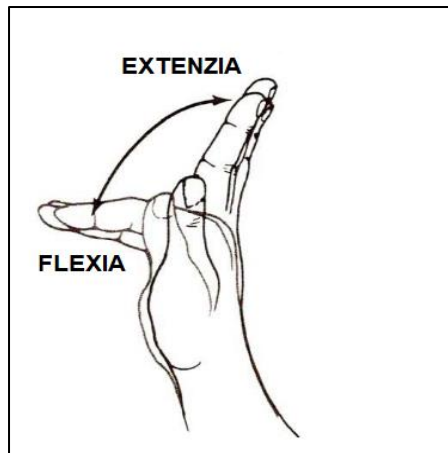
- lokomočné a manipulačné pohyby,
- dýchanie,
- mimiku, reč a
- udržiavanie vzpriamenej polohy tela.

Okrem toho je významným metabolickým rezervoárom.

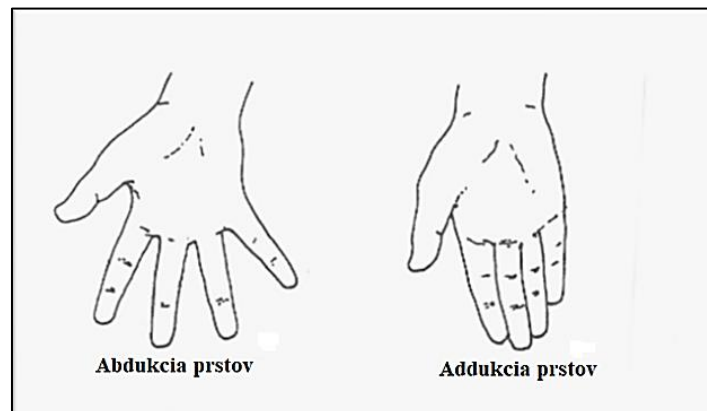
Podľa funkcie, akú sval vykonáva, rozoznávame:

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

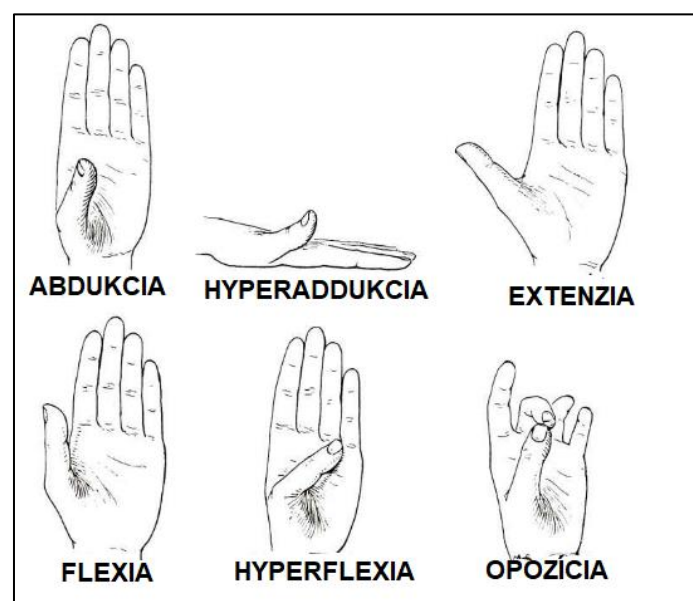
Na obrázku 1, 2 a 3 sú uvedené príklady pohybov prstov ruky a palca.



Obrázok 1 Flexia a extenzia prstov ruky (Hamilton et al., 2011; Baniarová, 2017)



Obrázok 2 Abdukcia a addukcia prstov
(<https://www.pf.ukf.sk/images/docs/ine/2018/zimmermann/Anat.n%C3%A1zvy%20PDF.pdf>)



Obrázok 3 Pohyby palca (Hamilton et al., 2011; Baniarová, 2017)

Flexia: ohnutie	Extenzia: natiahnutie
Abdukcia: odtiahnutie	Addukcia: pritiahnutie
Pronácia: rotácia dovnútra	Supinácia: rotácia von
Ulnárna dukcia: úhyb ruky v palmárnej rovine na stranu lakťovej kosti	
Radiálna dukcia: úhyb ruky v palmárnej rovine na stranu vretennej kosti	

1.1.1 Druhy svalovej činnosti

Vo fyziológii práce sa pojem kontrakcia (izometrická a izotonická) nahrádza pojmom **práca statická a práca dynamická**. Rozlišujeme svalovú (fyzickú) **prácu pozitívnu a prácu negatívnu**.

1. Práca fyzická dynamická (izotonická)

Ak pracuje sval pohybom, hovoríme o práci **dynamickej** (izotonickej). Mení sa **dĺžka svalu**. Kladie nároky na energetický metabolizmus a uvoľňovanie energie potrebnej pre pohyb. Svaly využívajú energiu aeróbne aj anaeróbne. Pri tomto type práce dochádza k prekrveniu svalu pri stúpajúcej záťaži približne do 75 % maximálneho objemu kyslíka (VO_2 max), ktorý je človek schopný využiť. Rovnovážny stav sa pre kyslík u netrénovaných jedincov udržiava pri 35 až 45 % VO_2 max. Dynamická práca sa delí na:

- a) **pozitívnu** – sval sa skracuje proti stálemu alebo narastajúcemu odporu, časť energie v svalu sa mení na potenciálnu alebo kinetickú energiu.

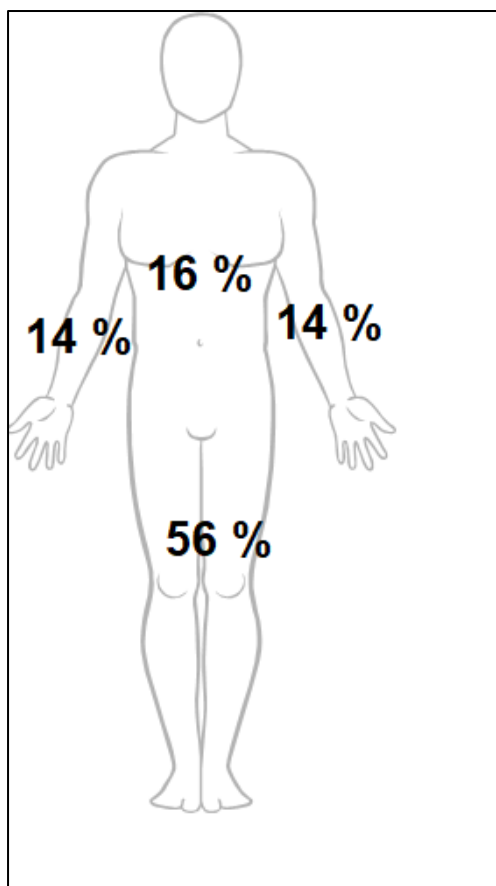
Príklad: chôdza do kopca.

- b) **negatívnu** – sval je v priebehu kontrakcie ťahaný vonkajšou silou, prevažná časť energie sa mení na tepelnú. Tento typ práce slúži k zabrzďovaniu pohybu.

Príklad: chôdza z kopca.

Rozlišujeme, či je práca vykonávaná **veľkými** alebo **malými svalovými skupinami**. Z celkovej hmotnosti tela pripadá približne 40 % tejto hmotnosti na svalstvo. U osoby s hmotnosťou napr. 75 kg pripadá približne 30 kg na kostrové svaly (obrázok 4). Predpokladáme, že osoba s takouto hmotnosťou je len minimálne zaťažená hmotnosťou tuku (menej ako 13 %). Pod pojmom veľké svalové skupiny rozumieme, že sa na práci podieľa viac ako 50 % svalovej hmoty.

Rozloženie svalovej hmoty u 75 kg osoby, za predpokladu 30 kg svalovej hmoty.



Pozn.: 16 % trup, 28 % horné končatiny, 56 % dolné končatiny

Obrázok 4 Rozloženie svalovej hmoty u 75 kg osoby

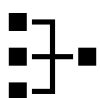
2. Práca statická (izometrická)

Pri tejto práci sa **nemení dĺžka svalu**, ale **napätie**. Okrem energetických nárokov sa hodnotia aj nároky na svalovo-kostrový aparát. Dochádza ku sťaženému zásobovaniu svalu krvou a kyslíkom, takže dochádza k hromadeniu metabolitov a k rýchlemu nástupu únavy. Pri statickej práci rastie prekrvenie svalu do 10 až 15 % maximálnej svalovej sily (F_{max}). Všeobecne sa počíta, že maximálna svalová sila je u žien o 20 – 30 % nižšia ako u mužov. U oboch pohlaví dochádza k poklesu s pribúdajúcim vekom. Odhaduje sa, že približne od 25. roku života klesne o 2,5 % každých 5 rokov (obrázok 5).

Pozn.: V pracovnom prostredí sa len veľmi výnimočne stretávame s čistými formami práce. Väčšinou sa stretávame s kombináciou svalovej práce a podľa prevahy hovoríme o svalovej práci s prevahou zložky statickej alebo dynamickej.

<p>Práca staticko-dynamická s prevahou zložky dynamickej</p> <ul style="list-style-type: none"> • svalová sila vynakladaná menej ako 3 sekundy • napr.: chôdza do kopca
<p>Práca staticko-dynamická s prevahou zložky statickej</p> <ul style="list-style-type: none"> • svalová sila vynakladaná viac ako 3 sekundy • napr.: chôdza z kopca

Obrázok 5 Druhy svalovej práce



Zhrnutie kapitoly

Hlavným cieľom fyziológie práce je dosiahnutie optimálneho výkonu pri takej záťaži organizmu, ktorá nevyvolá poškodenie zdravia. Z hľadiska fyziológie práce má najväčší význam priečne pruhované svalstvo. Jeho funkčnou jednotkou je svalové vlákno. Svalové bunky obsahujú dva druhy filamentov. Vzájomným pohybom nastáva kontrakcia (sťah) a uvoľnenie (relaxácia). Sila svalovej kontrakcie závisí od frekvencie podnetov a počtu zapojených svalových jednotiek. Rýchlosť kontrakcie je nepriamo úmerná veľkosti záťaže. Trvanie kontrakcie je výsledkom vysokej frekvencie impulzov. Podnetom na sťah – svalovú kontrakciu je nervový vzruch, prejavom kontrakcie svalu je pohyb. Rozlišujeme prácu pozitívnu a prácu negatívnu. Vo fyziológii práce sa pojem kontrakcia nahrádza pojmom práca statická a dynamická. V pracovnom prostredí sa len výnimočne stretávame s čistými formami práce. Väčšinou sa stretávame s kombináciou svalovej práce a podľa prevahy hovoríme o svalovej práci s prevahou zložky statickej alebo dynamickej.



Kontrolné otázky:

- 1) Čo je to fyziológia práce?
- 2) Od čoho závisí sila kontrakcie?
- 3) Aká je funkcia T-tubulov?
- 4) Čo je to svalové napätie?

- 5) Aké sú hlavné rozdiely medzi prácou staticko-dynamickou s prevahou zložky dynamickej a prácou staticko-dynamickou s prevahou zložky statickej?
- 6) Aká je to práca vykonávaná veľkými svalovými skupinami?
- 7) Čo zabezpečuje priečne pruhované svalstvo?



Zoznam použitej a odporúčanej literatúry:

1. BANIAROVÁ, K. *Manipulační schopnosti lidské ruky*. 2017. 77 s.
2. CIKRT, M., MÁLEK, B. et al. *Pracovní lékařství. I. díl*. Praha: CIVOP, 1995. 253 s. ISBN 80-900151-2-3.
3. HAMILTON, N., W. WEIMAR a K. LUTTGENS, 2011. *Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion* [online]. McGraw-Hill Education.
4. JAVORKA, K. et al. *Lekárska fyziológia*. Martin: Osveta, 2006. 679 s. ISBN 1-41670-2328-3.
5. JIRÁK, Z., BUŽGA, M., PEKTOR, R. *Fyziologie práce*. Ostrava: X-MEDIA servis, 2014. 110 s. ISBN 978-80-7464-579-2.
6. ŠVESTKA, B. et al. *Pracovní lékařství*. Praha: Avicenum, 1987. 214 s.
7. <https://www.pf.ukf.sk/images/docs/ine/2018/zimmermann/Anat.n%C3%A1zvy%20PDF.pdf>

2 ODOZVA ORGANIZMU NA PRÁCU A PRACOVNÉ PROSTREDIE



V tejto kapitole sa dozviete:

- 1) Aká je reakcia organizmu na pracovnú záťaž.
- 2) Čo je to funkčná zdatnosť a výkonnosť.
- 3) Aké sú hlavné rozdiely medzi mužmi a ženami v odozve organizmu na telesnú prácu.
- 4) Aké sú zdroje energie pre svalovú prácu.

Odozva organizmu na prácu a pracovné prostredie predstavujú veľmi zložitý proces. Pôsobí tu naraz niekoľko rôznych činiteľov, či už vonkajšieho alebo vnútorného prostredia. Akákoľvek zmena (kvantitatívna alebo kvalitatívna) spôsobuje v organizme funkčné zmeny a vyvoláva odozvu organizmu – **reakciu**. Nešpecifické reakcie sa postupom vývoja stali súčasťou dynamického stereotypu a vznikajú ako sprievodná reakcia aj v takom prípade, keď nie sú potrebné. Túto funkciu organizmu vyjadrujeme tromi fázami:

1. **Predpracovná fáza:** vplyvom podnetov signalizujúcich prácu sa zvyšuje úroveň funkcií, ktoré sa objavujú pri očakávanom výkone.
2. **Pracovná fáza/činnosť:** pozorujeme rovnovážny stav, tento stav teoreticky trvá až kým sa neminie zdroj energie.
3. **Fáza zotavenia:** nastupuje po skončení pôsobenia podnetov a následne sa vracia úroveň funkcií na začiatočnú hodnotu. Rýchlosť návratu je najvyššia v začiatku a ďalším priebehom sa spomaľuje.

Ak sa rovnaké podnety opakujú dostatočne dlhú dobu, nastáva za pomoci regulačných mechanizmov biologicky výhodná špecifická zmena funkcií – **adaptácia**. Proces adaptácie závisí na sile a frekvencii podnetov. Ak je intenzita podnetov nízka (30 %), adaptácia sa nevytvorí a môže dôjsť až k strate trénovanosti. Dĺžka procesu adaptácie je individuálna. Proces **readaptácie** je vo všeobecnosti kratší.

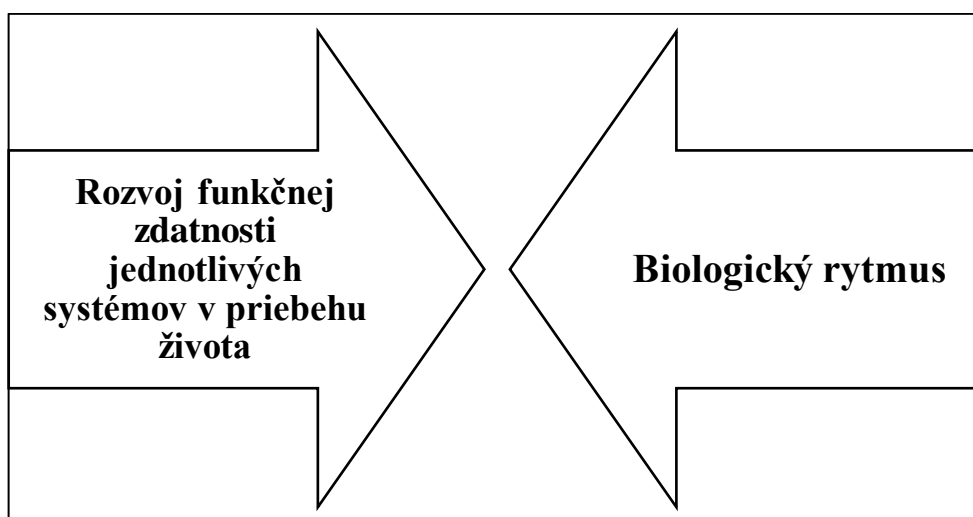
Adaptácia = prispôsobenie sa, rovnaké podnety opakujúce sa dostatočne dlhú dobu.

Funkčná zdatnosť

Schopnosť organizmu reagovať optimálne a adekvátne na rôzne podnety pochádzajúce z vonkajšieho prostredia sa nazýva **telesná zdatnosť**. Je podmienená genetikou, telesnou konštitúciou, vekom, pohlavím, stupňom adaptácie a zdravotným stavom. Špecifické zdatnosti jednotlivých funkčných systémov sa navzájom ovplyvňujú, dopĺňajú a podmieňujú celkovú výkonnosť. Príkladom je krvný obeh a dýchanie, svalstvo a nervový systém.

Výkonnosť

Je **merateľný výkon** v určitej oblasti a predstavuje schopnosť podávať výkon pri určitej činnosti. Centrálny nervový systém umožňuje človeku prijímať a vzájomne spájať podnety vonkajšieho a vnútorného prostredia. Táto súhra je výsledkom zložitého procesu adaptácie. Pre fyziologickú charakteristiku výkonnosti sú dôležité najmä dva vzťahy (obrázok 6).



Obrázok 6 Fyziologická charakteristika výkonnosti

Krvný obeh a srdce

K charakteristickým zmenám v obehovej sústave patrí **zväčšenie systolického objemu srdca** a **zvýšené prekrvenie svalov a kože**. **Frekvencia akcie srdca** sa výrazne zvyšuje pri dynamickej práci. Pri ľahkej práci dosahuje v priebehu 5 – 10 min rovnovážnu hodnotu, táto hodnota sa udržiava až do skončenia práce. Pri ťažkej práci krivka srdcovej frekvencie nedosahuje ustálený stav, ale následkom vznikajúcej únavy sa neustále zvyšuje. Po skončení práce sa srdcová frekvencia upravuje a dosahuje pokojovú hodnotu. Na **EKG** možno často pozorovať pri fyzickej záťaži okrem iného aj sínusovú tachykardiu a sínusovú arytmiu. Výrazne sa mení systémový, najmä systolický **tlak krvi**. Pri dynamickej práci sa úmerne so zvyšovaním

výkonu zvyšuje tento tlak až na 200 mmHg. Diastolický tlak krvi sa prakticky nemení, dokonca môže mierne klesať.

V krvi sa menia hodnoty hematokritu, viskozity i mernej hmotnosti. Presunom z krvných rezervoárov sa vyplavuje zvýšené množstvo erytrocytov aj leukocytov (pracovná leukocytóza). V krvnom obraze sa zvyšuje počet neutrofilných granulocytov a lymfocytov a zároveň klesá počet eozinofilných granulocytov. Pri krátkodobej námahe sa zvyšuje koncentrácia **glukózy** až o 60 %, pri dlhodobej záťaži klesá (príznak vyčerpania). Koncentrácia laktátu (normálne hodnoty okolo 1 mmol/l) sa pri ťažkej práci zvyšuje v priebehu 30 min až na 15 mmol/l. Koncentrácia **voľných mastných kyselín** sa pri najťažšej fyzickej práci zvyšuje takmer štvornásobne. Pri telesnej námahe sa v krvi zvyšuje aj koncentrácia **elektrolytov** (napr. K⁺) a niektorých **organických látok**.

Dýchací systém

V priebehu práce sa úmerne s energetickým výdajom a so spotrebou O₂ zvyšuje aj **ventilácia pľúc**. Zvýšenie ventilácie sa uskutočňuje najmä zväčšovaním dychového objemu a dychovej frekvencie. **Respiračný kvocient** zostáva pri ľahkej práci i v čase zotavenia v rozmedzí normálnych hodnôt 0,8 – 0,9. Pri ťažkej práci spočiatku prevyšuje hodnotu 1,0 a na konci pracovného výkonu môže dosahovať hodnoty 1,5 – 2,0. Je to z dôvodu, že sa kompenzuje vznikajúca metabolická acidóza. V priebehu zotavenia sa respiračný kvocient zníži až na hodnotu 0,5. Hodnoty **krvných plynov** sa pri ľahkej dynamickej práci takmer nemenia a zostávajú v norme. Zmeny **acidobázickej rovnováhy** krvi pri ťažkej telesnej práci sú výsledkom zvýšenej produkcie laktátu. Ľahká telesná práca acidobázickú rovnováhu krvi neovplyvňuje. Je to z dôvodu, že CO₂ sa stačí vylučovať pľúcami a produkcia laktátu sa pritom nezvyšuje. Meradlom celkovej energetickej produkcie organizmu je **spotreba O₂**, ktorá sa zvyšuje úmerne s fyzickým zaťažením až po určité maximum (**maximálna spotreba kyslíka, VO₂ max**). Je to maximálne množstvo O₂, ktoré môže organizmus využiť pri intenzívnej fyzickej záťaži za 1 min.

Podľa rýchlosti spotreby O₂ vyjadrenej v % VO₂ max sa robí aj podrobná klasifikácia intenzity práce:

- Ľahká práca:** celú pracovnú zmenu môže človek pracovať s intenzitou zodpovedajúcou 33 % VO₂ max.
- Stredne ťažká práca:** krátky čas môže pracovať s intenzitou 50 %.
- Ťažká práca:** krátkodobo dosahuje asi 70 %.

- d) **Veľmi ťažká práca:** pracovné výkony so spotrebou kyslíka nad 70 % VO_2 max patria do kategórie veľmi ťažkej práce, ktorú je potrebné striedať so správne zaradenými prestávkami pri práci.

Objem O_2 spotrebovaný po skončení práce, ktorý prevyšuje spotrebu O_2 v pokoji, sa označuje ako **kyslíkový dlh**. Pri ľahkej práci zostáva kyslíkový dlh konštantný a nahrádza sa až po skončení pracovného výkonu. Pri ťažkej a veľmi ťažkej práci sa nedosahuje dynamická rovnováha a spotreba O_2 sa plynule zvyšuje. **Po ľahkej práci** predstavuje kyslíkový dlh asi **4 litre**, zatiaľ čo po **ťažkej práci** môže predstavovať až **20 litrov**.

Výmena tepla

Každú fyzicky náročnejšiu prácu sprevádza **potenie**. Príčinou je nielen zvýšená tvorba tepla pri telesnej práci alebo jeho nedostatočný výdaj do prostredia pri nevhodnom oblečení, vysokej teplote a vlhkosti vzduchu, ale aj chýbajúce alebo nedostatočné prúdenie vzduchu (vetraním), či prítomnosť sálavého tepla. Zvýšené potenie môže byť spojené aj s emočným vypätím.

Kosti

Kosť je súčasť pohyby a zároveň aj celý pohyb ovplyvňuje. Statická záťaž s adekvátnou intenzitou aktivuje mezenchýmové bunky pri zvýšenej tvorbe osteoklastov, ktorých úlohou je odbúravať už vytvorené štruktúry a zabezpečovať podmienky pre prácu osteoblastov (remodelácia kostí).

2.1 Rozdiely medzi mužmi a ženami v odozve organizmu na telesnú prácu

Základná odozva organizmu na podnety vyvolané fyzickou prácou je u oboch pohlaví rovnaká. **Zásadné rozdiely vidíme v hodnotách úrovne jednotlivých funkcií.** Žena má vo všeobecnosti nižšiu postavu aj hmotnosť ako muž. U žien je chrbtica relatívne dlhšia a končatiny sú kratšie. Pomer tuku, svalov a tkaniva je u žien v pomere 28:35:37. U mužov je v pomere 18:42:40. S množstvom svalov súvisí aj svalová sila, ktorá predstavuje u žien približne 66 % sily priemerného muža. Žena má nižšiu vitálnu kapacitu pľúc, a tým aj menšie množstvo maximálnej minútovej ventilácie. Srdce má menší rozmer u žien, a preto vytláča pri každom sťahu aj menšie množstvo krvi. Pokojová srdcová frekvencia je u žien vyššia. Pri telesnej námahe sa zvyšuje predovšetkým srdcová a dychová frekvencia. Menštruačný cyklus

sa odráža v kolísaní fyzickej výkonnosti, ale aj v psychickej oblasti. V živote ženy sa častejšie a výraznejšie prejavujú aj jednotlivé etapy života (dospievanie a dospelosť, materstvo, starnutie) (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Rozdiely medzi mužmi a ženami v odozve organizmu na telesnú prácu

♂ MUŽI	♀ ŽENY
Vyššia hmotnosť	Nižšia hmotnosť
Vyššia postava	Nižšia postava
Kratšia chrbtica	Dlhšia chrbtica
Dlhšie končatiny	Kratšie končatiny
Širší ramenný pletenec	Užší ramenný pletenec
Nižší podiel tuku	Vyšší podiel tuku
Vyšší podiel svalstva	Nižší podiel svalstva
Vyšší podiel tkaniva	Nižší podiel tkaniva
Väčšia svalová sila	Menšia svalová sila
Vyššia vitálna kapacita pľúc	Nižšia vitálna kapacita pľúc
Väčšia maximálna minútová ventilácia	Menšia maximálna minútová ventilácia
Väčšie množstvo erytrocytov a hemoglobínu	Menšie množstvo erytrocytov a hemoglobínu
Väčšie rozmery srdca	Menšie rozmery srdca
Nižšia srdcová frekvencia v pokoji	Vyššia srdcová frekvencia v pokoji
Neurohumorálna stabilita	Neurohumorálna labilita

2.2 Zdroje energie pre svalovú prácu, metabolizmus svalov

Jednotky používané vo fyziológii práce pre svalový výkon a množstvo vykonanej práce:

Výkon (W), 1000 W = 1 kW, 1000 kW = 1 MW

Práca (J), 1000 J = 1 kJ, 1000 kJ = 1 MJ

1 kJ/min = 16,67 W

1 cal = energia potrebná k ohriatiu 1 ml vody o 1 °C, z 15 °C na 16 °C

1 kcal = 4,19 kJ

1 kcal/min = 69,78 W

Zdroje energie pre pohybovú záťaž

Energia v organizme sa čerpá z:

- bezprostredných zdrojov: adenzíntrifosfát (ATP), adenzínfosfát (ADP), kreatínfosfát (CP),
- náhradných zdrojov (cukry, tuky a bielkoviny).

Bezprostredné zdroje sú prítomné v každej bunke.

Metabolizmus je súhrn dejov, ktoré v našom tele slúžia k tvorbe energie z látok potrebných pre jeho činnosť. V našom organizme prebiehajú **anabolické a katabolické deje**.

Anabolizmus je proces, pri ktorom dochádza k tvorbe látok, pri ktorej sa energia spotrebováva. Organizmus si vytvára energetické rezervy, dochádza k obnove a novotvorbe tkanív. Anabolické deje sa častejšie vyskytujú v situáciách, kedy je telesná aktivita obmedzená.

Katabolizmus je naopak proces, počas ktorého sa rozkladajú látky za súčasného uvoľňovania energie. Charakterizujeme ho znižovaním rezerv glykogénu a mobilizáciou nesacharidových zdrojov energie – tuky a bielkoviny. Nastáva pri zvýšení pohybovej aktivity a pri udržaní životných funkcií.

Energia pre svalovú kontrakciu je čerpaná bezprostredne z **ATP**. ATP je chemická zlúčenina patriaca medzi nukleotidy. Chemicky ide o trifosforylovaný adenzín s dvomi makroergickými väzbami. Slúži predovšetkým ako prenášač fosfátu v rámci energetického metabolizmu bunky a **univerzálny zdroj energie** všetkých živých organizmov. Predstavuje **primárny zdroj energie** pre bunku. Zásoba ATP vo svaloch je veľmi malá. Jeho koncentrácia je postačujúca len pre cca 10 svalových kontrakcií. Pri jeho vyčerpaní je potreba ho resyntetizovať z ďalších zdrojov. Takýmito zdrojmi sú vo svalu CP a svalový glykogén.

Sacharidy predstavujú pre organizmus **rýchly zdroj energie**. Jeho hladinu reguluje predovšetkým inzulín, ktorý je nevyhnutný pre vstup glukózy do buniek. Pri jeho nedostatku alebo nedostatku receptorov pre tento hormón nemôže byť glukóza metabolizovaná, jeho hladina v krvi stúpa a pri prekročení hladiny (10 mmol/l) dochádza k úniku glukózy do moču. Pri nadbytku glukózy sa ukladá do pečene a svalov vo forme glykogénu. Počas hladovania klesá hladina glykogénu pod 1 %. Glykémia na lačno sa pohybuje v rozmedzí 3,8 až 6,1 mmol/l. Pri námahe hladina glukózy v krvi klesá, po jedle naopak stúpa (alimentárna hyperglykémia).



Bezprostredné zdroje sú prítomné v každej bunke, ale ich zásoby sú veľmi obmedzené. ATP s 80 – 200 g môže poskytnúť energiu odpovedajúcu približne 21 – 33 kJ po

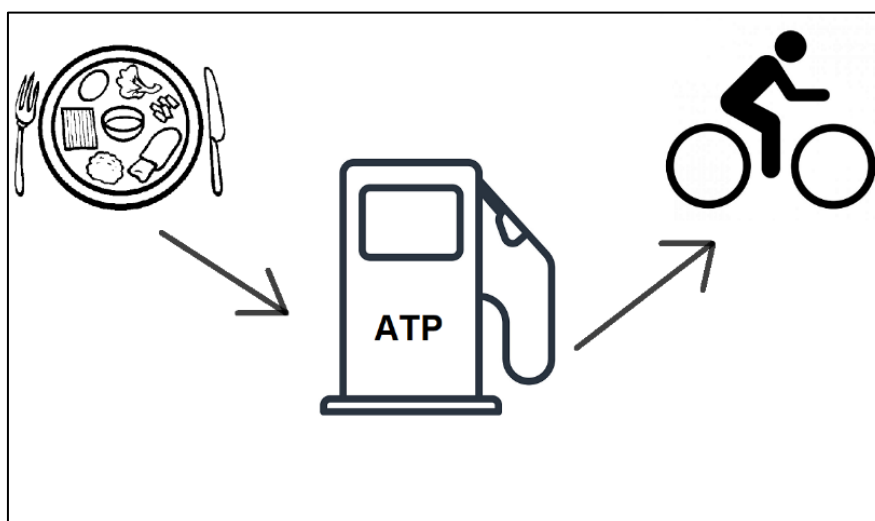
dobu len 1 – 3 s. Zásoby CP sú 4 – 6krát väčšie ako zásoby ATP a je možné ich využívať po dobu 10 – 15 s. Tvorba ATP sa uskutočňuje anaeróbnou (myokinázová reakcia, Lohmannova reakcia, anaeróbna glykóza) alebo aeróbnou cestou (Krebsov cyklus a dýchací reťazec).

Okrem inzulínu sa na regulácii glykémie a metabolizmu sacharidov podieľajú taktiež nasledujúce hormóny:

- Katecholamíny (adrenalin a noradrenalin) – spôsobuje glykogenolýzu a lipolýzu, zaisťuje energiu pre pracovný výkon v prvej fáze stresu.
- Glukagón – pôsobí glykogenolýzu a neoglukogenézu, lipolýzu i proteolýzu. Podporuje sekréciu inzulínu a je nevyhnutný aj na využitie glukózy v bunkách.
- Somatotropín – zvyšuje glykémiu tým, že znižuje odber glukózy tkanivami, zvyšuje lipolýzu a syntézu bielkovín.
- Tyroxín – potencuje glykolytický a lipolytický účinok adrenalinu, podporuje syntézu bielkovín.
- Glukokortikoidy – zaisťujú dlhodobý prísun energie tým, že podporujú odbúravanie tukov a bielkovín. Stimulujú glukoneogenézu, ale znižujú vstup glukózy do svalových buniek, čím šetria glukózu pre mozgové bunky.

Tuky predstavujú hlavnú zásobu energie pre svalovú prácu. U muža predstavuje tukové tkanivo približne 10 – 15 % celkovej hmotnosti tela. U žien je % vyššie, v priemere 15 – 20 %.

Bielkoviny slúžia predovšetkým k syntéze telu vlastných bielkovín. Prípadne vstupujú (po odštiepení aminoskupiny) do Krebsovho cyklu a sú metabolizované na vodu a oxid uhličitý (podobne ako tuky a sacharidy) (obrázok 7).



Obrázok 7 Energia pre svaly

Pri metabolických procesoch sa z tela uvoľňuje energia, ktorá pôsobí vo forme tepelnej energie a mechanickej, k výkonu využiteľnej vonkajšej práci.

Bazálny metabolizmus je najnižší možný výdaj energie za štandardných podmienok pri izbovej teplote, v ľahu, v pokoji, na lačno, s vylúčením špecificko-dynamického účinku bielkovín. Jedná sa o množstvo energie vynakladanej na základné životné funkcie. Meria sa ráno v ľahu nalačno alebo sa stanovuje pomocou tabuliek (asi 1200 – 2400 kcal/24 hod., čo zodpovedá asi 5000 – 10000 kJ/24 hod). Závisí od pohlavia, veku, výšky a hmotnosti. Muži majú bazálny metabolizmus približne o 10 % vyšší ako ženy. S pribúdajúcim vekom bazálny metabolizmus klesá. **Pokojevý bazálny metabolizmus** je hodnota, ktorá je meraná pri pokojovej teplote pri sede v pokoji. Je v priemere o 15 – 20 % vyššia ako hodnota bazálneho metabolizmu. **Pracovný metabolizmus – celkový brutto** je súčet výdaja energie v pokoji a zvýšenie metabolizmu pri práci. **Pracovný metabolizmus – netto** je prírastok výdaja energie pri práci.

Pre energiu sa používa niekoľko rôznych jednotiek. Najčastejšie sa stretávame s jouľmi (J) alebo kJ. Na porovnanie pokojových a záťažových hodnôt energetickej spotreby sa používa hodnota MET alebo tzv. metabolický ekvivalent. $1 \text{ MET} = 3,5 \text{ VO}_2 \text{ ml/min/kg}$.

Minimálny energetický výdaj počas normálnej dennej aktivity je okolo 1800-3000 kcal/24 hod, čo odpovedá asi 7600 – 12600 kJ/24 hod. (tabuľka 2).

Tabuľka 2 Energetická náročnosť vybraných činností (energetický výdaj u 70 kg muža)

kJ/hod.	AKTIVITY
do 400 kJ	spanie, čítanie, práce na počítači
400-800 kJ	žehlenie, príprava jedla
800-1000 kJ	umývanie podlahy, ľahké záhradnícke práce, chôdza rýchlosťou 4 km/hod.
1000-1500 kJ	upratovanie, umývanie okien, chôdza rýchlosťou 6 km/hod.
1500-1900 kJ	beh rýchlosťou 8 km/hod.
1890-2100 kJ	ťažká práca
1900-2100 kJ	chôdza po schodoch, bicyklovanie 16 km/hod.
2100-2500 kJ	beh vysokej rýchlosti, odhrabávanie snehu
2520 kJ	veľmi ťažká práca



Zhrnutie kapitoly

Akákoľvek zmena spôsobuje v organizme funkčné zmeny a vyvoláva reakciu. Ak sa rovnaké podnety opakujú dostatočne dlhú dobu, nastáva za pomoci regulačných mechanizmov adaptácia. Proces závisí na sile a frekvencii podnetov. Schopnosť organizmu reagovať optimálne a adekvátne na rôzne podnety pochádzajúce z vonkajšieho prostredia sa nazýva telesná zdatnosť. Výkonnosť je merateľný výkon v určitej oblasti. Základná odozva organizmu na podnety vyvolané fyzickou prácou je u oboch pohlaví rovnaká. Zásadné rozdiely vidíme v hodnotách úrovne jednotlivých funkcií. Metabolizmus je súhrn dejov, ktoré v našom tele slúžia k tvorbe energie z látok potrebných pre jeho činnosť. V našom organizme prebiehajú anabolické a katabolické deje.



Kontrolné otázky:

- 1) Vymenujte základné rozdiely medzi mužmi a ženami v odozve organizmu na telesnú prácu.
- 2) Z čoho je čerpaná energia pre svalovú kontrakciu?
- 3) Čo je to pracovný metabolizmus?
- 4) Čo je primárnym zdrojom energie pre bunku?
- 5) Definujte fázu zotavenia.
- 6) Aký je rozdiel medzi anabolickými a katabolickými dejmi?



Zoznam použitej a odporúčanej literatúry:

1. CIKRT, M., MÁLEK, B. et al. *Pracovní lékařství. I. díl.* Praha: CIVOP, 1995. 253 s. ISBN 80-900151-2-3.
2. JAVORKA, K. et al. *Lékařská fyziologie.* Martin: Osveta, 2006. 679 s. ISBN 1-41670-2328-3.

3. JIRÁK, Z., BUŽGA, M., PEKTOR, R. *Fyziologie práce*. Ostrava: X-MEDIA servis, 2014. 110 s. ISBN 978-80-7464-579-2.
4. PASTUCHA, D. et al. *Tělovýchovné lékařství. Vybrané kapitoly*. Praha: Grada Publishing, 2014. 290 s. ISBN 978-80-247-4837-5.
5. ŠVESTKA, B. et al. *Pracovní lékařství*. Praha: Avicenum, 1987. 214 s.

3 CELKOVÁ FYZICKÁ A LOKÁLNA SVALOVÁ ZÁŤAŽ

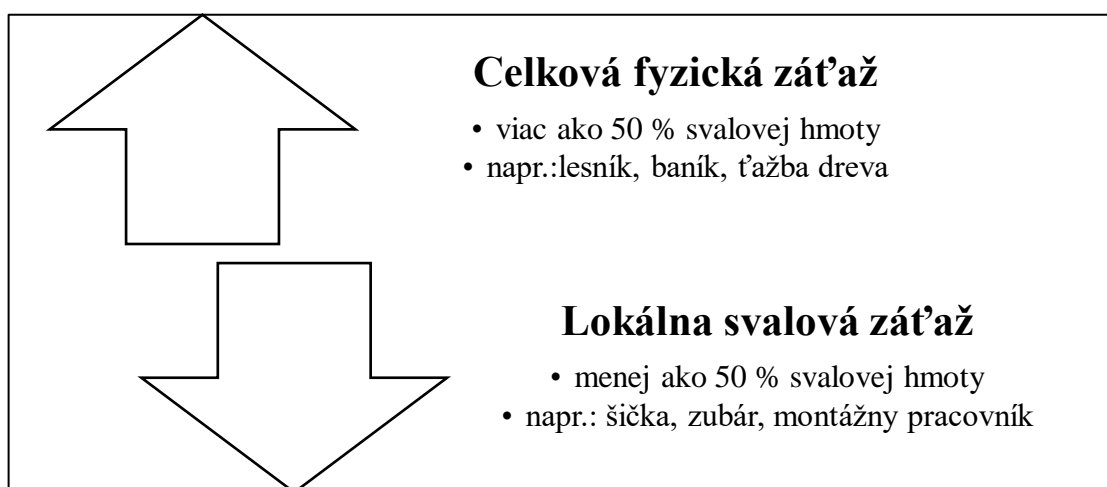


V tejto kapitole sa dozviete:

- 1) Ako sa delí fyzická záťaž.
- 2) Ako definujeme celkovú fyzickú a lokálnu svalovú záťaž.
- 3) Ako hodnotíme a meriame celkovú fyzickú záťaž.
- 4) Ako hodnotíme a meriame lokálnu svalovú záťaž.

V zásade treba rozlišovať, či sa jedná o prácu vykonávanú **veľkými svalovými skupinami** – celková fyzická záťaž alebo prácu vykonávanú **malými svalovými skupinami** – lokálna svalová záťaž.

Nadmerná záťaž, v prípade ak sú zaťažované najmä rovnaké časti pohybového systému, môže viesť k vážnemu poškodeniu organizmu. Z hľadiska únosnosti vykonávanej práce postupujeme rozdielne u celkovej a lokálnej svalovej záťaže (obrázok 8).



Obrázok 8 Fyzická záťaž

Pri posudzovaní fyzickej záťaže je potrebné sa zamerať na:

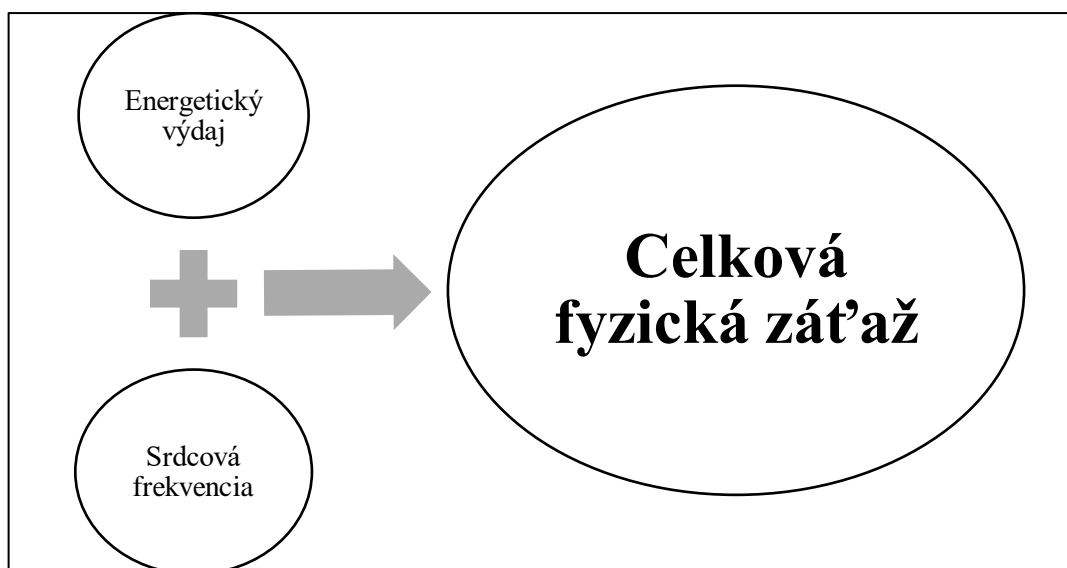
- A. priestorové usporiadanie a rozmery pracoviska a pracovného miesta,
- B. používané nástroje a náradie,
- C. pracovné polohy,
- D. manipuláciu s bremenami,
- E. umiestnenie ovládačov, vynakladané svalové sily a frekvencie použitia,

- F. celkovú fyzickú záťaž,
- G. lokálnu svalovú záťaž,
- H. režim práce a odpočinku,
- I. rotáciu pracovných zmien.

Fyzická práca, ktorá je vykonávaná **veľkými svalovými skupinami** je záťažou nielen pohybového aparátu, ale aj dýchacieho systému s odrazom na látkovú premenu, termoreguláciu a záťažou pre srdce a cievny obeh.

3.1 Meranie a hodnotenie celkovej fyzickej záťaže

Pri hodnotení celkovej fyzickej záťaže je dôležité merať a hodnotiť **energetický výdaj** a **srdcovú frekvenciu** (obrázok 9).



Obrázok 9 Celková fyzická záťaž

3.1.1 Meranie a hodnotenie energetického výdaja

V praxi sa využíva viacero metód slúžiacich na meranie energetického výdaja. Metóda **nepriamej kalorimetrie** je najpresnejšou metódou. Energetický výdaj sa počíta z minútovej spotreby kyslíka, ktorá sa vynásobí príslušným energetickým ekvivalentom. Podľa intenzity svalovej práce sa používa **metóda parciálna** alebo **integrálna**.

Parciálna metóda sa používa na stanovenie metabolickej produkcie pri ľahkej a stredne ťažkej práci. Meranie sa vykonáva po dobu 10 – 20 min v rovnovážnom stave. Zároveň sa vykonáva analýza vydychovaného vzduchu na koncentráciu O₂ a CO₂. Po korekcii minútovej

ventilácie na štandardné podmienky sa vypočíta minútová spotreba kyslíka, ktorá sa vynásobí energetickým ekvivalentom. Pri moderných meracích prístrojoch celý výpočet vykonáva zabudovaný mikroprocesor.

Integrálna metóda sa používa pri krátko trvajúcich pracovných operáciách a pri ťažkej práci. Meranie sa začína hneď na začiatku výkonu práce a pokračuje po dobu 15 min po jeho ukončení. Meraná osoba zostáva po ukončení merania v pokoji (pokojový metabolizmus).

Tabuľka 3 Hodnoty energetického výdaja podľa spôsobu vykonávanej práce a stupňa zaťaženia (Vyhláška 542/2007 Z. z.)

Práca vykonávaná svalmi (vyjadrená v % svalov)	Stupeň zaťaženia	Spotreba energie	
		minútová	hodinová
		W.m^{-2} kJ.min^{-1}	W.m^{-2} kJ.min^{-1}
rúk	malý	9,8 – 19,5 1 – 2	586,2 – 1 367,9 60 – 140
	stredný	19,5 – 39,1 2 – 4	1 367,9 – 2 051,8 140 – 210
	veľký	39,1 – 48,9 4 – 5	2 051,8 – 2 638,1 210 – 270
jednou hornou končatinou	malý	29,3 – 48,9 3 – 5	1 563,3 – 2 638,1 160 – 270
	stredný	48,9 – 68,4 5 – 7	2 638,1 – 3 712,8 270 – 380
	veľký	68,4 – 87,9 7 – 9	3 712,8 – 4 855,3 380 – 500
oboma hornými končatinami (28 % svalstva)	malý	58,6 – 78,2 6 – 8	3 224,3 – 4 396,8 330 – 450
	stredný	78,2 – 97,9 8 – 10	4 396,8 – 5 471,5 450 – 560
	veľký	97,7 – 117,2 10 – 12	5 471,5 – 6 546,6 560 – 670
oboma hornými končatinami a trupom (44 % svalstva)	malý	78,2 – 127,0 8 – 13	4 494,5 – 6 546,3 460 – 670
	stredný	127,0 – 175,0 13 – 18	6 546,3 – 9 379,8 670 – 960
	veľký	175,9 – 224,7 18 – 23	9 379,8 – 12 310,9 960 – 1 260
celého tela (100 % svalstva)	malý	97,7 – 166,1 10 – 17	5 471,5 – 8 988,9 560 – 920
	stredný	166,1 – 244,3 17 – 25	8 988,9 – 13 288,0 920 – 1 360
	veľký	244,3 – 342,0 25 – 35	13 288,0 – 18 368,7 1 360 – 1 880
	veľmi veľký	342,0 – 439,7 25 – 45	18 368,7 – 24 426,5 1 880 – 2 500

V praxi je možné použiť pri meraní ľahkej a stredne ťažkej práce **ventilometriu**. Energetický výdaj sa vypočíta z minútovej ventilácie, korigovanej na bazálne podmienky z rovnice podľa Sartorelliho: $M = V \cdot 0,2$ (kcal).

Menej presnou metódou je použitie **tabuľkových hodnôt**. Tieto hodnoty uvedené v tabuľkách boli zostavené na základe skutočných hodnôt. Použitie si vyžaduje skúsenosti. S veľkou presnosťou ich je možné využiť pre odhad energetického výdaja pri jednoduchých činnostiach.

Hodnoty energetického výdaja podľa spôsobu vykonávanej práce a stupňa zaťaženia sú uvedené vo Vyhláske MZ SR č. 542/2007 Z. z. (Tabuľka 3 danej Vyhlášky).

Limitné hodnoty energetického výdaja pre prácu vykonávanú veľkými svalovými skupinami ustanovuje Vyhláška 542/2007 Z. z..

U jednotlivých skupín pracovníkov rozlišujeme **limitné hodnoty** pre tieto druhy energetického výdaja:

- a) **zmenový priemerný energetický výdaj** – vyjadruje energetický výdaj, ktorý nesmie byť prekročený v priebehu zmeny pri rovnomernom rozložení pracovnej doby,
- b) **zmenový prípustný energetický výdaj** – určuje hornú prípustnú hranicu zmenového energetického výdaja v prípade nerovnomerne rozloženej záťaže v rámci týždňa, mesiaca alebo aj roku s tým, že priemerný energetický výdaj za daný interval nemôže prekročiť zmenový priemerný výdaj,
- c) **ročný energetický výdaj** – určuje najvyšší prípustný energetický výdaj vynaložený v priebehu roka a odpovedá množstvu energie vynaloženej za 247 (rok 2023) pracovných dní pri priemernom zmenovom energetickom výdaji,
- d) **minútový prípustný energetický výdaj** – určuje energetický výdaj, ktorý nesmie byť prekročený počas zmeny ani pri krátkodobých operáciách, hodnota môže byť prekročená len pri výnimočných situáciách u vybraných zamestnancov (hasiči, banskí záchranári, policajti a podobne), ktorí sa podrobili predpísaným preventívnym prehliadkam vo vzťahu k práci a splňajú zdravotné požiadavky,
- e) **maximálny energetický výdaj**, ktorý sú schopní podať dobre trénovaní mladí jedinci za priaznivých tepelno-vlhkostných podmienok sa pohybuje v rozmedzí od 10 000 až 12 000 kcal/24 hod.. Horná hranica výkonnosti tráviaceho traktu sa odhaduje na 7 000 až 8 000 kcal/24 hod.. **Takého nadlimitné výkony je človek schopný podávať len krátkodobo.** Prípustné hodnoty energetického výdaja pre zdravého muža alebo ženu, ktoré by bolo možné vydávať denne musia byť podstatne nižšie.

K posudzovaniu energetickej náročnosti vykonávanej práce nepoužívame celkové množstvo vynakladanej energie (brutto hodnoty), ale hodnoty znížené o bazálny metabolizmus (netto hodnoty), prípadne hodnoty prepočítané na m² povrchu tela. Takéto netto hodnoty nám umožňujú porovnanie množstva práce vykonanej rôznymi jedincami a s rôznou intenzitou práce. Následne môžu slúžiť ako podklad pre výkonové normy.

3.1.2 Meranie a hodnotenie srdcovej frekvencie

Pri práci sa často používa na posúdenie celkovej záťaže **meranie srdcovej frekvencie**. Meranie nie je náročné ani na personálne a ani na prístrojové vybavenie. Na meranie sa používajú prístroje, ktoré snímajú EKG signál a registrujú počet komorových komplexov v minútových alebo kratších intervaloch. Namerané hodnoty sa priebežne ukladajú na pamäťové médium.

Zmenové priemerné hodnoty srdcovej frekvencie pri fyzickej práci žien a mužov nesmú prekročiť limitné hodnoty. Počas pracovného procesu **nesmie** byť hodnota srdcovej frekvencie **vyššia ako 150 min⁻¹ ani krátkodobo**. Táto hodnota môže byť prekročená vo vybraných situáciách a len u vybraných skupín zamestnancov, ktorí sa podrobili preventívnym lekárskeym prehliadkam a spĺňajú zdravotné požiadavky pre túto prácu. Pre skupinu mladistvých nie sú stanovené limitné hodnoty z dôvodu špecifických zmien prebiehajúcich v organizme v tomto období života.

Hodnota srdcovej frekvencie nesmie byť vyššia ako 150 min⁻¹ ani krátkodobo.

Zmenové priemerné hodnoty srdcovej frekvencie prípustné pre fyzickú prácu mužov a žien vykonávanú prevažne veľkými svalovými skupinami sú uvedené v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Kritériá na posudzovanie zmenovej srdcovej frekvencie pri práci vykonávanej prevažne veľkými svalovými skupinami (Vyhláška 542/2007 Z. z.)

Veková skupina	Hodnoty zmenovej srdcovej frekvencie za minútu			
	absolútne hodnoty		zvýšenie srdcovej frekvencie nad východiskovú hodnotu	
	A priemerné hodnoty	B medzné hodnoty	C priemerné hodnoty	D medzné hodnoty
18 – 29	108	117	30	33
30 – 39	106	115	29	32
40 – 49	101	110	26	28
50 – 59	97	105	23	25
60 – 65	93	100	20	22

A – hodnota určená na posúdenie nálezov pri vyšetrení skupiny osôb, ak nie je stanovená aj východisková hodnota srdcovej frekvencie.

B – hodnota, ktorá môže byť pre vyšetrovanú osobu ešte dlhodobo únosná, ak nie je prekračovaná hodnota C, t. j. zvýšenie pracovnej srdcovej frekvencie nad východiskovú (pokojovú) hodnotu.

C – najvyššia prípustná hodnota zvýšenia srdcovej frekvencie nad východiskovú hodnotu, ktorá je u zdravých jednotlivcov dlhodobo únosná.

D – najvyššia prípustná hodnota zvýšenia srdcovej frekvencie nad východiskovú hodnotu, ktorá sa nesmie prekročiť.

Energetický výdaj = ukazovateľ záťaže organizmu

Srdcová frekvencia = ukazovateľ námahy

Osoby málo zdatné budú reagovať na rovnakú záťaž vyššími hodnotami srdcovej frekvencie ako osoby trénované.

3.2 Meranie a hodnotenie lokálnej svalovej záťaže

Medzi zásady vyšetrovania a hodnotenia lokálnej svalovej záťaže patrí **podrobná analýza pracovných podmienok**, ktorá zahŕňa:

- popis práce a pracovnej činnosti so sledovaním časových faktorov (súčasťou je aj časová snímka) (obrázok 10),

- režim práce a odpočinku,
- rozbor režimu práce, dĺžka trvania pracovnej operácie, doby relaxácie,
- podiel záťaže svalstva malých svalových skupín na celkovej záťaži,
- plnenie výkonnostných noriem, nárazová práca s vysokou záťažou,
- pracovné polohy tela, končatín a jeho častí.

ČASOVÁ SNÍMKA PRACOVNÉHO DŇA			
PREVÁDZKA:			
PRACOVISKO:			
PROFESIA:			
POPIS ČINNOSTI (Príprava na prácu, pracovná činnosť, prestávky počas práce...)	Časový interval v min.		
	na pracovisku	mimo pracoviska	
SPOLU:	0	0	
SPOLU ZA ZMENU:	0		
Poznámky:			
Spracoval:			

Obrázok 10 Časová snímka dňa

Nadmernosť lokálnej svalovej záťaže sa hodnotí na základe:

- I. **svalovej sily,**
- II. **početnosti pohybov a**
- III. **pracovnej polohy.**

3.2.1 Svalová sila

Svalovou silou rozumieme silu, ktorá je potrebná na natiahnutie maximálne kontrahovaného svalu na pôvodnú pokojovú dĺžku. Aby sa mohla porovnávať sila rôznych

svalov, vyjadruje sa obvykle na cm^2 plochy prierezu kolmo na priebeh svalových vlákien. U teplokrvných živočíchov je svalová sila okolo 20 až 100 N/cm^2 prierezu. Priemerná sila stisku ruky dospelého človeka dosahuje 400 až 500 N. Sila stisku pravej ruky u pravákov býva väčšia. Ženy majú svalovú silu asi o 30 % menšiu ako muži.

Svalová sila sa hodnotí na základe porovnania výsledkov meraní (EMG Holter) s príslušnými limitmi, ktoré sú ustanovené vo Vyhláske 542/2007 Z. z.. Pre lokálnu svalovú záťaž sa používajú limity:

- a) zmenové priemerné (**môžu byť navýšené**, napr. pri dlhšej pracovnej dobe),
- b) zmenové prípustné (**nesmú byť prekročené**).

Limity sa stanovujú rozdielne pre **staticko-dynamickú záťaž s prevahou zložky statickej** a pre **záťaž staticko-dynamickú s prevahou zložky dynamickej** (pôsobenie dynamickej záťaže po dobu dlhšiu ako polovicu zmeny – **väčšina profesií**).

Prípustné zmenové priemerné hodnoty v % F_{\max} pre mužov a ženy s prevahou dynamickej a statickej zložky práce sú uvedené v tabuľke 5.

Tabuľka 5 Prípustné zmenové priemerné hodnoty v % F_{\max}

	Prevaha dynamickej zložky práce	Prevaha statickej zložky práce
Prípustné zmenové priemerné hodnoty v % F_{\max}	30 %	10 %

Ďalšími limitmi lokálnej svalovej záťaže sú **jednotlivé nadmerne vynakladané svalové sily**. Pracovné úkony s použitou silou **nad 70 % F_{\max}** pri **prevažne dynamickej práci** ako pravidelná súčasť hlavnej pracovnej operácie sú **neprípustné**. Takéto svalové sily sa vyskytujú napr. pri ručnom ťahovaní.

Pracovné úkony s vynakladanou silou **nad 60 % F_{\max}** pri **prevažne dynamickej práci** sú prípustné **najviac 600krát za zmenu**.

Pracovné úkony pri prevažne **statickej práci** s vynakladanou silou vyššou ako **45 % F_{\max}** sú **neprípustné**.

Staticko-dynamická práca s prevahou zložky dynamickej = väčšina profesií.

Meranie svalovej sily

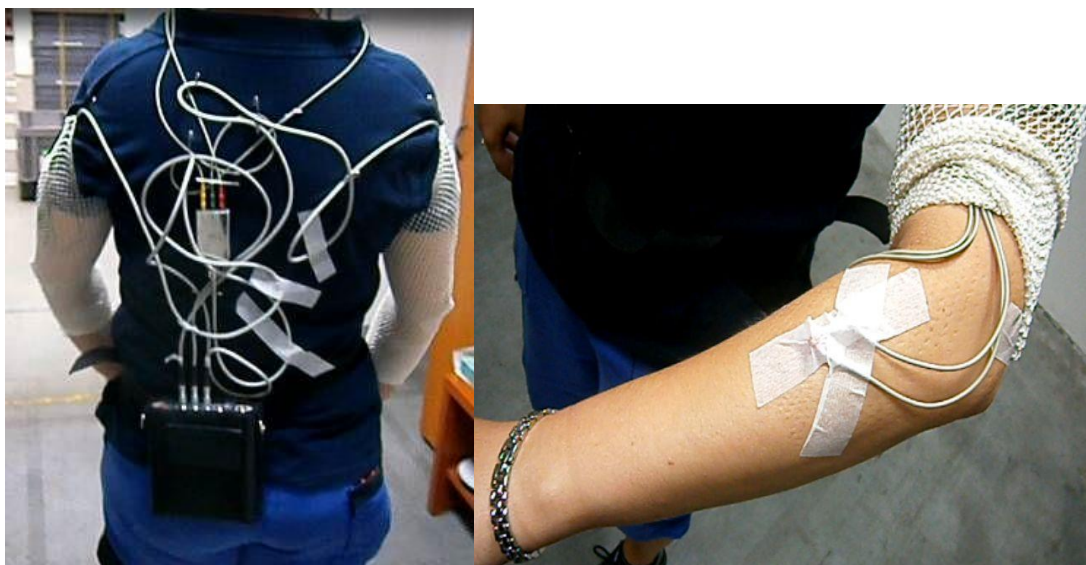
Na meranie lokálnej svalovej záťaže sa v súčasnosti používa prakticky len metóda **integrovanej elektromyografie (EMG) holterovského typu** s doplnením celkového počtu pohybov ruky a predlaktia. Meranie pomocou tenzometra alebo dynamometra sa už bežne nevyužívajú.

EMG Holter

Najčastejšie využívaná a najpresnejšia metóda. Prostredníctvom prístroja **EMG Holtera** sa vykonáva stanovenie percenta vynakladanej svalovej sily z maximálnej sily danej svalovej skupiny (**% Fmax**) a počet pohybov za minútu a za zmenu. Pri tomto vyšetrení sa kontinuálne snímajú elektrické potenciály pomocou neurologických povrchových elektród umiestnených na *venter musculorum* flexorov a extenzorov predlaktia **oboch horných končatín**. Maximálna svalová sila sa zisťuje pred zahájením merania. Pred začiatkom pracovnej zmeny odborný pracovník oboznámi zamestnanca s výkonom merania, nasadí mu povrchové snímacie meracie elektródy. Meraný pracovník je vyzvaný, aby opakovane najvyšším voľným úsilím stlačil nejaký predmet (bežne dynamometer). Takáto získaná hodnota/výchylka sa v prístroji zaznamená ako 100 % Fmax pre zaťažované svalové skupiny flexorov alebo extenzorov predlaktia. Ako Fmax sa hodnotí najvyššia dosiahnutá výchylka.

EMG Holter sa používa už aj s príslušným softvérovým vybavením, pomocou ktorého dokáže odmerať vynakladanú svalovú silu (**% Fmax**) a prostredníctvom časových štúdií vie určiť expozíciu vyšetrovaného zamestnanca. Pri integrovanej elektromyografii ide o techniku, kde sa zaznamenáva a hodnotí elektrická aktivita produkovaná kostrovými svalmi. Elektródy sa prikladajú/prilepujú na kožu zamestnanca. Počas vykazovania aktivity hodnotených svalov dochádza prostredníctvom elektród k prenosu elektrických biopotencionálov namáhaných svalov. EMG signály sú ukladané ako integrované hodnoty a hodnoty frekvencie EMG signálu. Nasnímané potenciály sú následne elektronicky spracované v analógovej časti prístroja, sú digitalizované a ukladané do pamäti prístroja. Nasnímané hodnoty sú importované z EMG Holtera do PC a odborný pracovník spracuje tieto hodnoty a porovná ich s legislatívnymi hodnotami. Prístroj je vstavaný do malej krabičky z ocelového plechu, ktorá zabezpečuje vysokú mechanickú odolnosť, a tiež chráni elektroniku pred rušivým vplyvom

(elektromagnetické, elektrostatické) (obrázok 11).



Obrázok 11 Meranie svalovej sily prostredníctvom EMG Holtera (ProBenefit, 2023)

EMG Holter = stanovenie % vynakladanej svalovej sily z maximálnej sily danej svalovej skupiny (% Fmax) a počet pohybov za minútu a za zmenu.

3.2.2 Početnosť pohybov

Početnosť pohybov ruky a predlaktia sa hodnotí najčastejšie na základe **videozáznamu** **zvlášť pre pravú a zvlášť pre ľavú hornú končatinu** – pre predlaktie (pronácia a supinácia) a ruku (dorzálna a palmárna flexia zápästia, cirkumdukcia zápästia, ulnárna a radiálna dukcia, extenzia a flexia prstov, abdukcia a addukcia prstov atď.). **Každá zmena pohybu ruky alebo predlaktia znamená jeden pohyb.** Celozmenová kumulácia nameraných pohybov spolu s vynakladanou svalovou silou určujú výslednú rizikovosť lokálnej svalovej záťaže. Početnosť pohybov, pri ktorých sú zaťažované malé svalové skupiny predlaktia a ruky, nesmie za zmenu ani krátkodobo za minútu prekročiť pri uvedených vynakladaných svalových silách hodnoty uvedené vo Vyhláške 542/2007 Z. z.. Početnosť pohybov drobných svalov prstov a ruky nesmie prekročiť pri vynakladaných svalových silách **3 % Fmax hodnotu 110 za min**, pri **6 % Fmax hodnotu 90 za min**.

Čím je vyššia početnosť pohybov a čím vyššie sú vynakladané svalové sily, tým je vyššie riziko poškodenia zdravia – ochorenie z preťaženia.

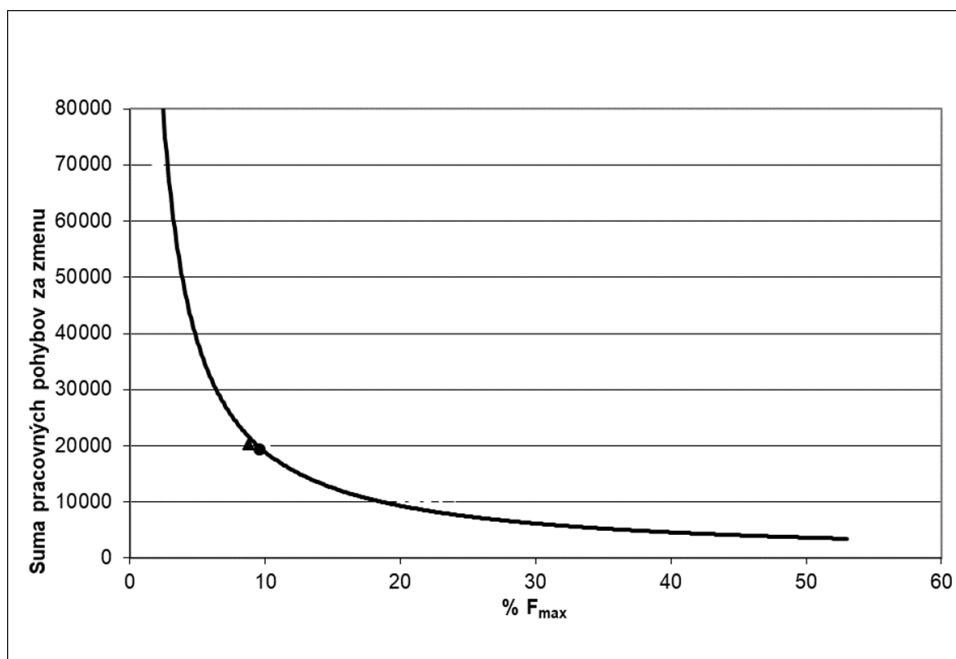
Na obrázkoch 12, 13 a 14 sú uvedené ukážky z protokolu hodnotenia lokálnej svalovej záťaže metódou EMG.

INTEGROVANÁ ELEKTROMYOGRAFIA					
Meno	Profesia	PHK		LHK	
		zmenový priemer		zmenový priemer	
		<u>%Fmax - extenzory</u>	<u>%Fmax - flexory</u>	<u>%Fmax - extenzory</u>	<u>%Fmax - flexory</u>
Z.V.	Šička	14,44	8,51	9,56	10,94
L.D.	Šička	7,78	8,09	7,08	8,28
K.T.	Šička	8,30	9,73	7,92	8,98
I.M.	Šička	6,74	8,63	11,36	10,07
Priemer		9,32	8,74	8,98	9,57
δ		3,48	0,70	1,89	1,17

Obrázok 12 Priemerné celozmenové vynakladané sily u sledovaných pracovníčok

PRÁCOVNÉ POHYBY			
Meno	Profesia	PHK	LHK
V.B.	Šička	18486,40	18288,00
R.K.	Šička	18606,40	18624,00
M.Č.	Šička	21964,00	20652,00
G.M.	Šička	21564,00	19856,00
Priemer		20711,47	19710,67
δ		1865,49	1096,37

Obrázok 13 Suma pracovných pohybov za zmenu u sledovaných pracovníčok



Obrázok 14 Prípustná suma pracovných pohybov k vynakladanej svalovej sile

3.2.3 Hodnotenie pracovných polôh z hľadiska fyziológie práce

Pracovnú polohu značne ovplyvňujú charakter, druh vykonávanej práce, rozmery a usporiadanie pracovného miesta zamestnanca. Usporiadanie miesta musí byť riešené tak, aby v nijakom prípade nedochádzalo k zaujatiu fyziologicky neprijateľnej pracovnej polohy. Musí umožňovať vykonávanie pracovnej činnosti v základných polohách v sede alebo v stoji s možnosťou striedania týchto polôh.

Rovnováha tela a orientácia v priestore sú dané komplikovaným systémom reflexov, ktoré cez centrálny nervový systém prispôsobuje svalový tonus určitej polohy. Patria sem reflexy vzpriamovacie, tonické a tiež stabilizačné.

Rozlišujeme tri základné polohy tela:

- I. prijateľná poloha,
- II. neprijateľná poloha,
- III. podmienene prijateľná poloha.

Prijateľná pracovná poloha: práca v sede alebo v stoji, prípadne s možnosťou striedania práce v sede a v stoji.

Podmienene prijateľná pracovná poloha: celkový čas práce v 8 hod. pracovnej zмене v jednotlivých podmienene prijateľných pracovných polohách **nesmie presiahnuť 160 min** a čas

trvania jednotlivých pracovných polôh nesmie byť dlhší ako 1 min – 8 min v závislosti od typu polohy a frekvencie pohybov.

Neprijateľná pracovná poloha: celkový čas práce v 8 hod. pracovnej zmene v jednotlivých neprijateľných pracovných polohách **nesmie prekročiť 30 min.**

Podmienene prijateľná + neprijateľná pracovná poloha: celkový čas práce v podmienene prijateľných a neprijateľných pracovných polohách **nesmie byť dlhší ako polovica 8 hod.** pracovnej zmeny.

Hodnotenie práce z hľadiska pracovných polôh je najvýznamnejšie na stabilných miestach výkonu práce (napr. práce v pásovej výrobe a iné), keď je zamestnanec viac ako polovicu 8 hod. pracovnej zmeny na rovnakom mieste a vykonáva rovnakú pracovnú činnosť. Pritom si pracovnú polohu zamestnanec nemôže sám voľiť, ale jeho pracovná poloha je priamo závislá od konštrukcie stroja, usporiadania miesta výkonu práce, priestorových parametrov pracoviska a podobne. **Pracovná poloha sa vždy hodnotí iba v súvislosti s vykonávanou činnosťou**, teda ak ide o štrukturálne časti pracovnej činnosti a nie náhodné činnosti.

Používa sa **dvojkrokový systém** hodnotenia pracovných polôh:

- I. krok 1 zahŕňa hodnotenie pracovnej polohy jednotlivých častí tela pomocou uhlov,
- II. krok 2 zahŕňa podmienky, pri ktorých možno polohy označené v kroku 1 za podmienene prijateľné zaradiť medzi polohy prijateľné.

Hodnotíme polohy hlavy a krku (1), trupu (2), horných (3) a dolných končatín (4).

Polohy hlavy a krku

Pri hodnotení polohy krku a hlavy sa vychádza buď z uhla pohľadu (pri polohe trupu v neutrálnej polohe), t. j. z veľkosti uhla pod horizontálnou rovinou oka, alebo z veľkosti uhla sklonu hlavy a krku k vertikálnej rovine.

Polohy trupu

Pri hodnotení polohy trupu sa vychádza z polohy výrastku siedmeho krčného stavca a hornej hrany veľkého trochantera, ktoré definujú neutrálnu polohu. Uhly pre hodnotenie polohy trupu sa potom vzťahujú k vertikálnej rovine. Uhol medzi rovinou prechádzajúcou trupom v neutrálnej polohe a vertikálnou rovinou je 4°.

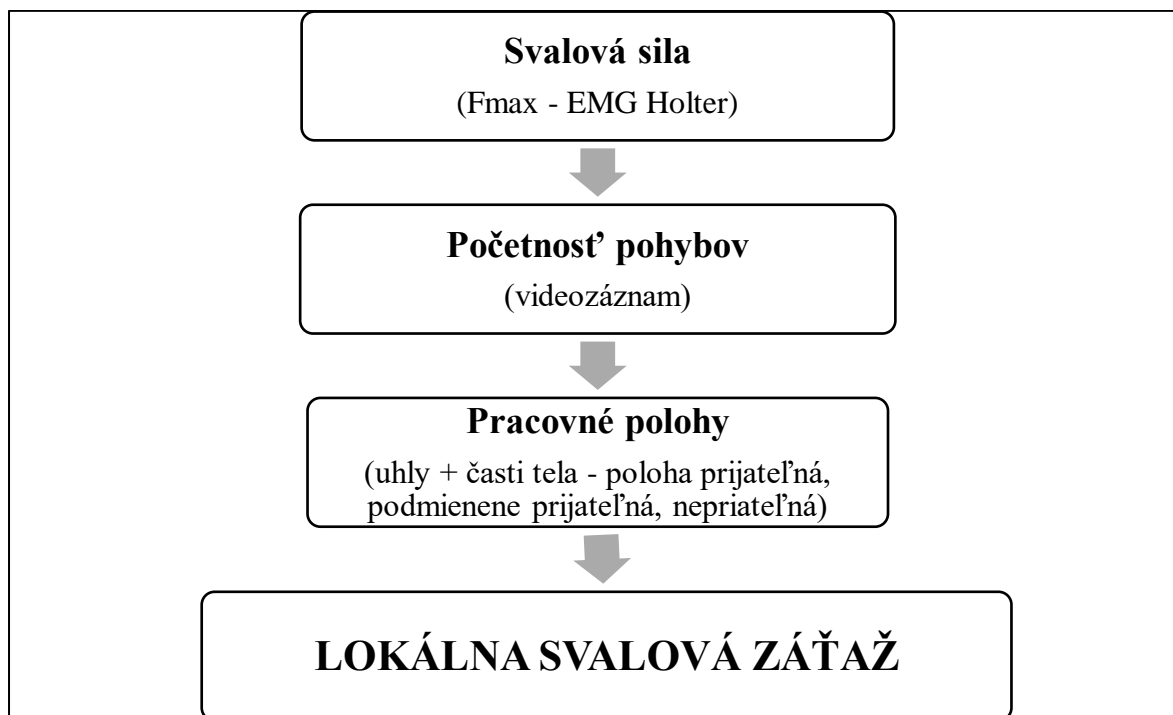
Polohy horných končatín

Pri hodnotení horných končatín sa vychádza z dvoch bodov na hornej končatine, t. j. vonkajší okraj kľúčnej kosti a laktového kĺbu. Vzpaženie hornej končatiny sa definuje ako uhol,

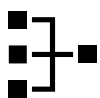
ktorý zvierá končatina v pracovnej polohe vzhľadom na neutrálnu polohu končatiny. Neutrálna poloha je poloha končatiny voľne visiacej pozdĺž tela.

Hodnotenie pracovných polôh je uvedené v Prílohe č. 4 vo Vyhláske 542/2007 Z. z..

Na obrázku 15 je znázornené hodnotenie **lokálnej svalovej záťaže**.



Obrázok 15 Lokálna svalová záťaž



Zhrnutie kapitoly

Práca vykonávaná veľkými svalovými skupinami – celková fyzická záťaž, práca vykonávaná malými svalovými skupinami – lokálna svalová záťaž. Pri hodnotení celkovej fyzickej záťaže je dôležité merať a hodnotiť energetický výdaj a srdcovú frekvenciu. Na meranie energetického výdaja sa využíva metóda nepriamej kalorimetrie, ktorá je najpresnejšou metódou. Počas pracovného procesu nesmie byť hodnota srdcovej frekvencie vyššia ako 150 min^{-1} ani krátkodobo. Táto hodnota môže byť prekročená vo vybraných situáciách a len u vybraných skupín zamestnancov, ktorí sa podrobili preventívnym lekárskeym prehliadkam a spĺňajú zdravotné požiadavky pre túto prácu. Nadmernosť lokálnej svalovej záťaže sa hodnotí na základe svalovej sily, početnosti pohybov a pracovnej polohy. Na meranie lokálnej svalovej

záťaž sa v súčasnosti používa prakticky len metóda EMG holterovského typu. Početnosť pohybov ruky a predlaktia sa hodnotí najčastejšie na základe videozáznamu zvlášť pre pravú a zvlášť pre ľavú hornú končatinu. Každá zmena pohybu ruky alebo predlaktia znamená jeden pohyb. Pri hodnotení pracovných polôh hodnotíme zvlášť polohy hlavy a krku, trupu, horných, dolných končatín. Rozlišujeme polohu prijateľnú, neprijateľnú, podmienenene prijateľnú.



Kontrolné otázky:

- 1) Uveďte rozdiely medzi celkovou fyzickou a lokálnou svalovou záťažou.
- 2) Ako sa hodnotí energetický výdaj?
- 3) Aký je rozdiel medzi parciálnou a integrálnou metódou?
- 4) Aké sú prípustné hodnoty srdcovej frekvencie?
- 5) Ako sa hodnotí lokálna svalová záťaž?
- 6) Aký je princíp EMG?
- 7) Aká je to neprijateľná pracovná poloha?
- 8) Aká je prípustná záťaž pre prevažne statickú prácu vykonávanú malými svalovými skupinami?



Zoznam použitej a odporúčanej literatúry:

1. JIRÁK, Z., BUŽGA, M., PEKTOR, R. *Fyziologie práce*. Ostrava: X-MEDIA servis, 2014. 110 s. ISBN 978-80-7464-579-2.
2. PROBENEFIT. Hodnotenie fyzickej záťaže pri práci. Dostupné online: <http://www.probenefit.sk/hodnotenie-fyzickej-zataze-meranie-lokalnej-svalovej-zataze/>
3. ŠVESTKA, B. et al. *Pracovní lékařství*. Praha: Avicenum, 1987. 214 s.
4. Vyhláška 542/2007 Z. z. o podrobnostiach o ochrane zdravia pred fyzickou záťažou pri práci, psychickou pracovnou záťažou a senzorickou záťažou pri práci.

4 POŽIADAVKY NA ERGONOMICKÉ USPORIADANIE PRACOVISKA



V tejto kapitole sa dozviete:

- 1) Aké sú základné pracovné polohy.
- 2) Aké sú požiadavky na prácu v stoji a na prácu v sede.
- 3) Aké sú zdravotné riziká spojené s prácou v stoji a s prácou v sede.

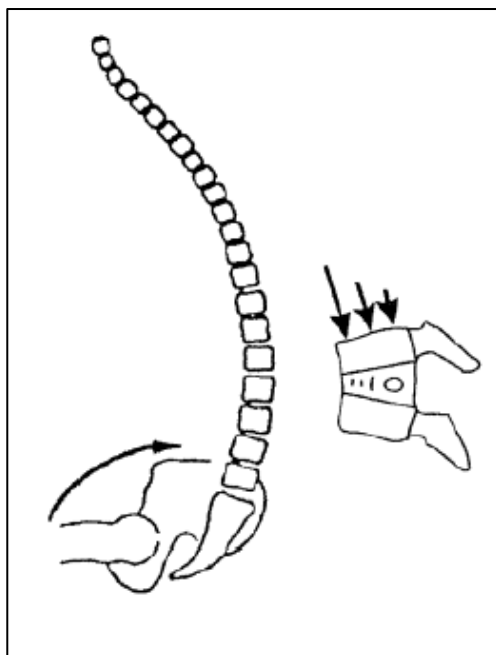
Pracovná poloha

Usporiadanie pracovného miesta musí prihliadať a zodpovedať telesným rozmerom mužov a žien s prihliadnutím k pracovnej polohe a pracovným pohybom. Pracovná poloha do veľkej miery ovplyvňuje namáhavosť práce a môže sa podieľať na vzniku poškodenia zdravia. Medzi **základné pracovné polohy** patrí **práca v sede a práca v stoji, prípadne s možnosťou striedanie sedu a stoja**. Takéto pracovné polohy sú považované za **prijateľné**. Ak si pracovná činnosť vyžaduje vynakladanie väčšej svalovej sily je výhodnejšia poloha v stoji. Ak si pracovná činnosť vyžaduje presnosť a sústredenie sa, tak je výhodnejšia poloha v sede.

4.1 Práca v sede

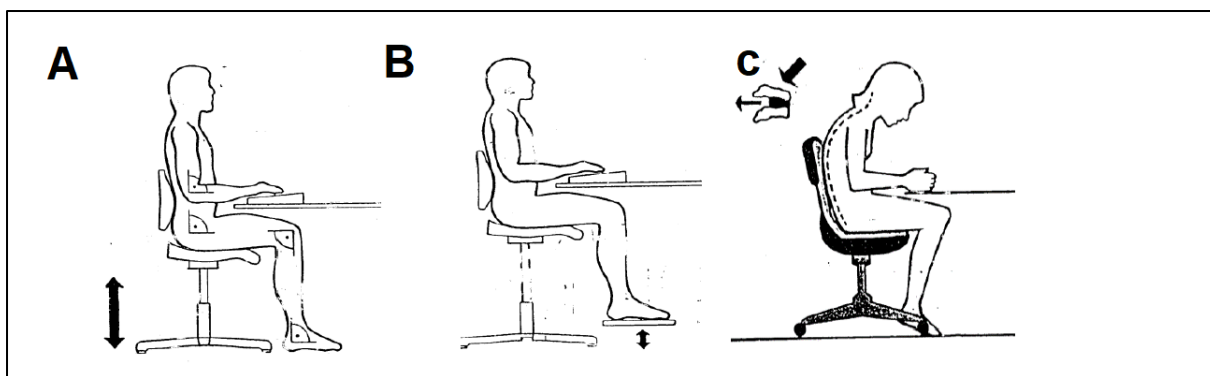
Práca v sede je spojená s nízkou fyzickou aktivitou. Ak nie je kompenzovaná s mimopracovnou športovou aktivitou, tak so sebou prináša niekoľko zdravotných problémov. Práve nedostatočná pohybová aktivita a dlhodobé sedenie je typickým prejavom súčasnej civilizácie. V súvislosti s nedostatočnou pohybovou aktivitou a dlhodobým sedením sa hovorí o ochorení z hypokinézy (ischemická choroba srdca, obezita, ochorenie chrbtice atď.).

Pri sedení bez opory chrbtice dochádza k sklopeniu panvy dozadu a zmene uhla v bedrovom kĺbe, čo spôsobuje oploštenie bedrového úseku chrbtice, zvýšenie hrudnej kyfózy (guľatý chrbát) a predsunutie krčnej chrbtice. Zmena zakrivenia chrbtice vedie k zvýšenému tlaku na medzistavcové platničky (obrázok 16).



Obrázok 16 Držanie chrbtice v sede bez opory (Gilbertová, Matoušek, 2002)

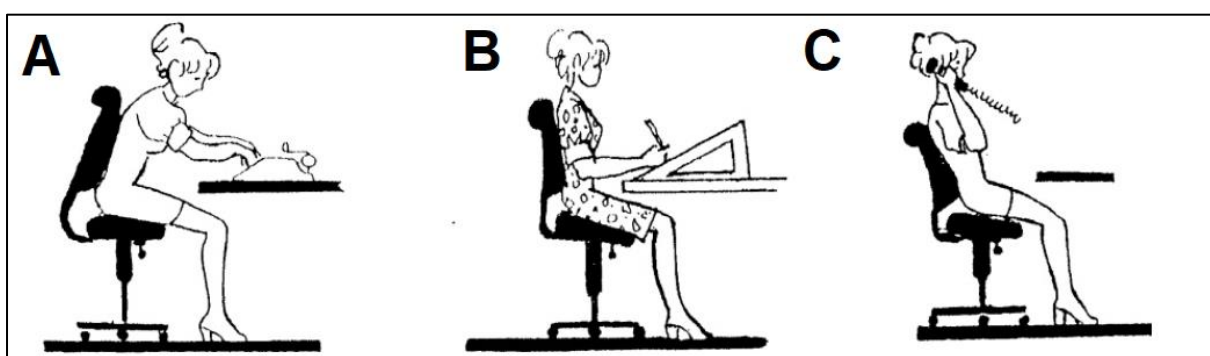
Pri **sedení bez opory** dochádza k zmenám v zaťažení chrbtových a šijových svalov. Z tohto dôvodu vznikajú bolestivé syndrómy v oblasti krčnej a hrudnej chrbtice a bolesti hlavy (cervikobrachiálny alebo cervikokraniálny syndróm). Taktiež sa stretávame aj s tzv. tenznou bolesťou hlavy v dôsledku preťaženia trapézových svalov (vysoká pracovná poloha, jednostranné pohyby horných končatín). **Dlhodobé sedenie** zhoršuje krvnú cirkuláciu v oblasti dolných končatín. Krvnú cirkuláciu dolných končatín negatívne ovplyvňuje aj **ostrá predná hrana sedacej plochy** pri nevhodne tvarovaných stoličkách alebo prekrižovanie nôh pri sedení. **Sedenie s guľatým chrbtom** vedie k obmedzeniu brušného dýchania. **Dlhodobé sedenie s predklonom hlavy** a kyfózou hrudnej chrbtice vedie k zvýšenej tuhosti v oblasti strednej hrudnej chrbtice spolu so zvýšenou citlivosťou hrudnej kosti a medzirebrových svalov v tejto oblasti. Pri vzpriamenom sedení by mal kĺb laktový, kolenný, členkový a bedrový zaujímať približne pravý uhol. Chrbtica má byť podpretá chrbtovou opierkou v bedrovej oblasti, čo zaručí jej fyziologické postavenie. Na obrázku 17 je znázornené postavenie chrbtice pri vzpriamenom sede (A, B) a pri chybnou držaní chrbtice s opierkou na úrovni hrudnej chrbtice (C).



Obrázok 17 Postavenie chrbtice pri práci v sede (Gilbertová, Matoušek, 2002)

A, B – vzpriamenom sede; C – chybné držanie chrbtice s opierkou na úrovni hrudnej chrbtice

Podľa charakteru práce a polohy trupu rozoznávame predné sedenie (A), stredné sedenie (B) a zadné sedenie (C) (obrázok 18). **Predné sedenie** sa vyskytuje v prevažnej väčšiny kancelárskych a priemyslových prác. Pri tomto type sedenia sa prenáša tlak z hrboľov sedacích kostí na stehná a prípadne aj na dolné končatiny. V prípade **stredného sedenia** sa tlak prenáša na sedacie hrbole a zadnú plochu stehien. Pri tejto polohe je zorný uhol približne horizontálny. Pri horizontálne uloženej pracovnej ploche je tento typ sedenia spojený s predklonom a preťažovaním krčnej chrbtice. **Zadné sedenie** dovoľuje správne podoprenie chrbta, a je preto najmenej únavné. Táto poloha sa považuje za relaxačnú. Možno ju využiť len pri veľmi obmedzenom počte činností.



Obrázok 18 Spôsoby sedenia (Gilbertová, Matoušek, 2002)

A – predné sedenie; B – stredné sedenie; C – zadné sedenie

Aj napriek vyššie uvedeným zdravotným rizikám sa **práca v sede považuje za výhodnú** v porovnaní s pracovnou polohou v stoji. Je charakterizovaná nižším energetickým

výdajom, nižšou únavou, menším zaťažením dolných končatín. Práca v sede umožňuje väčšiu stabilitu.

Pre správne sedenie a minimalizáciu negatívnych vplyvov sedenia je rozhodujúca **správna stolička a pracovné miesto.**

Miesto výkonu práce musí byť usporiadané tak, aby manipulačné roviny, pohybové priestory a vynakladané sily zodpovedali telesným rozmerom a prirodzeným pohybom končatín zamestnancov, a aby nedochádzalo k zaujatiu fyziologicky neprijateľných pracovných polôh.

Konštrukcia sedadiel má zaisťovať ich stabilitu, prípadne ľahko nastaviteľnú výšku sedadla a sklonu chrbtovej opierky. Na montážnych linkách v pásovej výrobe s trvalým alebo prerušovaným sedením, a keď sú pracovné úkony spojené s otáčaním trupu alebo s úkonmi mimo najväčší dosah rúk, sa miesto výkonu práce vybavuje otočnými, prípadne pojazdnými sedadlami.

Základné požiadavky na prácu v sede

Vzdialenosť sedacej a pracovnej plochy: 27 – 29 cm.

Výška pracovnej manipulačnej roviny: musí zodpovedať telesným rozmerom zamestnanca, základnej pracovnej polohe, hmotnosti predmetov, bremien, ktoré sa používajú pri práci, ako aj zrakovým nárokom na prácu.

Povrch sedadla a chrbtovej opierky: má zodpovedať podmienkam práce z hľadiska porézności, umývateľnosti a podobne.

Pracovná plocha stola: nesmie byť nižšia ako 65 cm za predpokladu, že jeho hrúbka nepresahuje 5 cm.

Výška stola: nesmie byť vyššia ako 95 cm nad podlahou.

Priestor pod dolnou plochou stola: s najmenšou šírkou a hĺbkou 50 cm a s najmenšou výškou 60 cm nad podlahou alebo nad opierkou dolných končatín (optimálna šírka a hĺbka priestoru pre dolné končatiny je 70 cm a viac).

Priestor medzi hornou plochou sedadla stoličky a spodnou plochou stola: má byť optimálne viac ako 21 cm a najmenej 11 cm.

Najväčšia hĺbka sedadla stoličky: má byť 35 cm, aby nedochádzalo k pritláčaniu podkolenia.

Individuálne nastavenie výšky sedadla stoličky nad podlahou a opierky dolných končatín k výške pracovnej plochy stola je uvedené vo Vyhláske 542/2007 Z. z..

4.2 Práca v stoji

Na rozdiel od práci v sede vykazuje práca v stoji **zvýšené statické zaťaženie, väčšiu energetickú spotrebu a menšiu možnosť vykonávať presné a koordinované pohyby**. **Výhodou** práce v stoji je, že umožňuje vykonávanie pohybov vo väčšom rozsahu, vyvinutie väčších síl, častejšie striedanie pracovných polôh.

Ideálny vzpriamený postoj vyžaduje najmenej svalovej aktivity. Os tela pri ideálnom vzpriamenom stoji prechádza cez *proc. mastoideus ossis temporalis*, tesne pred ramenným kĺbom, tesne za stredom kĺbu bedrového a 4 – 6 cm pred stredom členkového kĺbu. Pri väčšine pracovných činností nemôže byť ideálny postoj dodržaný a ťažisko sa presúva dopredu v závislosti od charakteru vykonávanej práce – záťažové držanie tela. Čím viac sa pracovný postoj odchyľuje od ideálneho, tým je väčšie zdravotné riziko. **Priaznivo pôsobí možnosť meniť pracovnú polohu, čo znižuje statickú záťaž dolných končatín.**

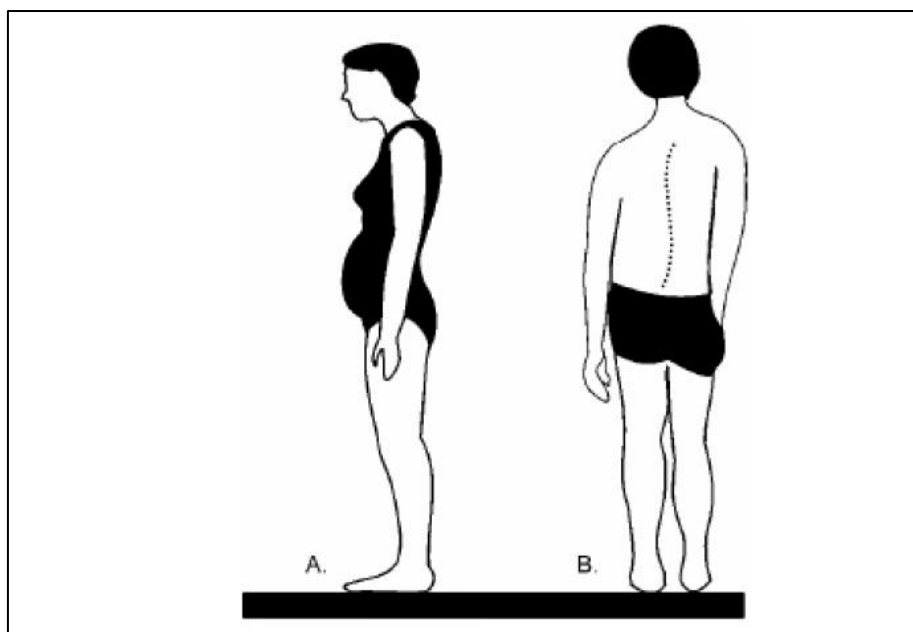
Statickou záťažou sú taktiež zaťažované dolné končatiny. Ich dôsledky sa prejavujú v poklese klenby, výskytu vbočených palcov a bolesťou. Taktiež dochádza k zaťaženiu cievneho systému (varixy, opuchy, krčie).

Najčastejšie chybné držanie tela, ku ktorým dochádza pri práci v stoji

Uvoľnené státie: má za následok hyperlordózu bedrovej chrbtice a preťaženie bedrových kĺbov. Hyperlordóza bedrovej chrbtice je kompenzovaná zvýšenou kyfózou hrudnej chrbtice a predsunutým držaním hlavy, prípadne aj ramien. Uvoľnený postoj vedie k skráteniu vzpriamovačov trupu a s tým spojenému oslabeniu brušných a sedacích svalov.

Asymetrické státie: pracovník viac zaťažuje jednu končatinu, ktorá je natiahnutá, druhá končatina je pokrčená a posunutá dopredu, alebo do strany, napr. ovládanie stroja pedálom pri nútenom stoji na jednej dolnej končatine (obrázok 19).

Rotácia a torzia: preťažuje bedrovú chrbticu. Príčinou je nevhodné usporiadanie pracovného miesta, napr. pri odbere výrobku z dopravného pásu a ukladaní do paliet.



Obrázok 19 Chybné držanie tela v stoji (Gilbertová, Matoušek, 2002)

A – uvoľnené státie; B – asymetrické státie

Poškodenie zdravia pri práci v stoji

Pri posudzovaní pracovného miesta v stoji sledujeme:

- pri základnej polohe v stoji sa **neodporúča** použitie **nožných ovládačov**,
- miesto výkonu práce, kde je základná pracovná poloha trvalo v stoji a nevyžaduje trvalé sledovanie chodu zariadenia, **musí byť vybavené sedadlom** s jednoduchou konštrukciou na krátkodobý odpočinok,
- **výška pracovnej plochy** má zodpovedať úrovni laktového kĺbu hornej končatiny visiacej voľne pozdĺž tela,
- **veľkosť pracovnej plochy** musí umožňovať dobré rozmiestnenie predmetu na pracovnej ploche,
- **pracovná plocha** by mala byť s **miernym sklonom** tak, aby nedochádzalo k predklonu hlavy,
- **vzdialenosť oka od pracovnej plochy** musí umožňovať dobré rozlíšenie kritických detailov tak, aby kritický detail bol videný pod uhlom aspoň 1 uhlovej minúty,
- **intenzita osvetlenia** musí zodpovedať zrakovej náročnosti práce, ktorá je daná veľkosťou kritického detailu a vzdialenosti predmetu od oka,
- priestor pre dolné končatiny musí umožňovať **zasunutie chodidiel**,
- umiestnenie a tvar pedálov musí umožňovať **striedanie dolných končatín pri ovládaní pedála** (dostatočne široký, aby obsluha nemusela meniť optimálnu pozíciu pre obsluhu

stroja), výška pedálov by mala byť v úrovni podložky, aby obsluha mohla stáť na oboch dolných končatinách a pedál ovládať len špičkou nohy (obrázok 20).

Asymetrické státie

- artróza kĺbov dolných končatín
- skolióza hrudnej chrbtice

Uvoľnené státie

- hyperlordóza bedrovej chrbtice
- hyperkyfóza hrudnej chrbtice
- predsunuté držanie hlavy
- preťaženie bedrových kĺbov
- oslabenie brušných svalov

Rotácia a torzia panvy

- degeneratívne zmeny medzistavcových platničiek bedrovej chrbtice

Dlhodobé státie

- degeneratívne zmeny v bedrových kĺboch
- preťaženie medzistavcových platničiek
- sťažený návrat žilovej krvi

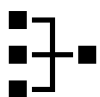
Obrázok 20 Poškodenie zdravia pri práci v stoji

Najlepším riešením je práca, pri ktorej má zamestnanec možnosť striedať pracovné polohy, čo mu v ideálnom prípade umožňuje dokonalá ergonomická variabilita jeho pracoviska.



S rozmachom IT technológií sa od práce pri strojoch vo výrobe pomaly presúvame k počítačom. V súčasnosti 4 Európania z 10 pri práci sedia. V Nemecku, Luxembursku a Holandsku dokonca celú pracovnú dobu presedí každý druhý obyvateľ krajiny. Pritom dlhodobé sedenie je príčinou mnohých civilizačných ochorení a zdravotných problémov. Na základe viacerých odporúčaní by sme v jednej polohe nemali pri práci zostávať dlhšie ako 20 minút. Samozrejmou by malo byť osvojiť si správnu techniku zdravého sedenia pri práci aj zdravého stáť, pokiaľ vám prácu postojačky pracovné miesto umožňuje. Nemenej dôležitými sú pravidelné pohybové prestávky v práci. Výsledky najrôznejších štúdií uvádzajú asociáciu

medzi dlhodobým sedením a vznikom ochorení. Svaly bez pohybu strácajú schopnosť rýchlej reakcie na inzulín, pankreas je potom prinútený produkovať viac inzulínu, čím sa zvyšuje riziko diabetu až o 24 %. V dôsledku nedostatku pohybu dochádza aj k oslabeniu imunitného systému človeka. Dlhodobé sedenie zvyšuje riziko žilnej trombózy až o 33 %. Dochádza totiž k hromadeniu krvi v nohách, čo okrem kŕčových žíl a opuchnutých členkov môže byť príčinou krvných zrazenín. Bez pravidelného pohybu nedochádza k stimulácii kostí. Tie sú potom redšie a slabšie a dochádza ku vzniku osteoporózy. Štúdia americkej spoločnosti pre výskum rakoviny z roku 2010 preukázala, že u žien, ktoré sedia v priebehu života dlhšie ako 6 hodín denne, je pravdepodobnosť predčasného úmrtia o 37 % vyššia ako u žien, ktoré sedia menej ako tri hodiny denne.



Zhrnutie kapitoly

Medzi základné pracovné polohy patrí práca v sede a práca v stojí, prípadne s možnosťou striedanie sedu a stoja. Aj napriek zdravotným rizikám sa práca v sede považuje za výhodnejšiu v porovnaní s pracovnou polohou v stojí. Práca v sede je charakterizovaná nižším energetickým výdajom, nižšou únavou, menším zaťažením dolných končatín a umožňuje väčšiu stabilitu. Práca v stojí si vyžaduje zvýšené statické zaťaženie, väčšiu energetickú spotrebu a menšiu možnosť vykonávať presné a koordinované pohyby. Výhodou práce v stojí je, že umožňuje vykonávanie pohybov vo väčšom rozsahu, vyvinutie väčších síl, častejšie striedanie pracovných polôh.



Kontrolné otázky:

- 1) Aké sú požiadavky na prácu v sede a na prácu v stojí?
- 2) Uveďte základné zdravotné riziká pri práci v stojí.
- 3) Uveďte základné zdravotné riziká pri práci v sede.
- 4) Ktorá pracovná poloha je z fyziologického hľadiska výhodnejšia a prečo?
- 5) Pri akých pracovných činnostiach nie je možné zabezpečiť striedanie pracovnej polohy?



Zoznam použitej a odporúčanej literatúry:

1. GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O. Ergonomie. Optimalizace lidské činnosti. Praha: Grada Publishing, 2002. 240 s. ISBN 8024702266.
2. JIRÁK, Z., BUŽGA, M., PEKTOR, R. *Fyziologie práce*. Ostrava: X-MEDIA servis, 2014. 110 s. ISBN 978-80-7464-579-2.
3. ŠVESTKA, B. et al. *Pracovní lékařství*. Praha: Avicenum, 1987. 214 s.
4. Vyhláška 542/2007 Z. z. o podrobnostiach o ochrane zdravia pred fyzickou záťažou pri práci, psychickou pracovnou záťažou a senzorickou záťažou pri práci.

5 MANIPULÁCIA S BREMENAMI



V tejto kapitole sa dozviete:

- 1) Čo je to ručná manipulácia s bremenami.
- 2) Aké sú limity pre ručnú manipuláciu s bremenami u mužov a u žien.
- 3) Aké sú zdravotné riziká pri nesprávnej manipulácii s bremenami.

Ručná manipulácia s bremenami je akékoľvek premiestňovanie alebo nesenie bremena **vrátane ľudí** a zvierat jedným zamestnancom alebo viacerými zamestnancami. Patrí tam taktiež jeho zdvíhanie, podopieranie, ukladanie, tlačenie, ťahanie alebo iné pohybovanie, ktoré z dôvodu vlastností bremena alebo nepriaznivých ergonomických faktorov predstavujú riziko poškodenia zdravia, najmä chrbtice zamestnancov.

Ručná manipulácia s bremenami môže spôsobiť akútne alebo chronické poškodenie zdravia. V prevencii poškodení zdravia je dôležitá správna manipulácia s bremenami a dodržiavanie legislatívnych ustanovení pre manipuláciu s bremenami – Nariadenie vlády 281/2006 Z. z..

Nepriaznivé dôsledky manipulácie s bremenami sa prejavujú predovšetkým na ochoreniach/poškodeniach **pohybového aparátu**. Tieto nepriaznivé zdravotné dôsledky sa prejavujú najmä traumatizovaním **bedrovej časti chrbtice** (napr. vodiči majú až 2 násobne vyššiu PN pohybového aparátu ako priemer). Dlhodobá manipulácia s bremenami urýchľuje degeneratívne zmeny v **medzistavcových platničkách**, najmä k poškodeniu v oblasti L5/S1. Nadmerná záťaž môže viesť aj k poškodeniu **svalov** (ruptúre) a **šliach** alebo poškodeniu nosných **kĺbov dolných končatín** (kolenný, bedrový). Zvýšený vnútrobrušný tlak u žien môže spôsobiť poškodenie závesného systému **maternice**. Degeneratívne zmeny **bedrovej chrbtice** vznikajú v priemere o 8 – 10 rokov skôr ako u ostatnej populácie.

**Nepriaznivé dôsledky manipulácie s bremenami sa prejavujú
predovšetkým poškodením pohybového aparátu.**

Existuje viacero faktorov súvisiacich s rizikom poškodenia zdravia pri ručnej manipulácii s bremenami:

1. Vlastnosti bremena

- a. príliš ťažké alebo príliš veľké,
- b. neskladné alebo ťažko uchopiteľné,
- c. nestabilné alebo jeho obsah sa môže premiestňovať,
- d. umiestnené v takej polohe, že ho treba držať alebo s ním manipulovať v určitej vzdialenosti od tela alebo sa treba pri manipulácii s ním nakláňať alebo vytáčať trup,
- e. vzhľadom na jeho tvar, obsah alebo konzistenciu také, že môže spôsobiť poranenie zamestnancov, najmä v prípade kolízie.

2. Fyzická námaha

- a. nadmerná,
- b. dosahovaná iba otáčavým pohybom trupu,
- c. pravdepodobnosť, že dôjde k neočakávanému pohybu bremena,
- d. manipulácia s bremenom uskutočňovaná v nestabilnej alebo nefyziologickej polohe tela.

3. Pracovné prostredie

- a. nie je dostatok priestoru na uskutočňovanie činnosti, najmä vo vertikálnom smere,
- b. podlaha je nerovná, vzniká riziko potknutia, alebo je klzká vzhľadom na obuv zamestnanca,
- c. miesto v pracovnom prostredí neumožňuje zamestnancovi manipulovať s bremenami v bezpečnej výške alebo v správnej polohe,
- d. úroveň podlahy alebo pracovného povrchu sa mení, v dôsledku čoho je nutné manipulovať s bremenami na rôznych úrovniach,
- e. podlaha alebo opora nôh je nestabilná,
- f. osvetlenie, teplota, vlhkosť alebo vetranie je nevyhovujúce.

4. Požiadavky na činnosť

- a. príliš častú alebo z hľadiska trvania príliš dlhú fyzickú záťaž namáhajúcu najmä chrbticu,
- b. nedostatočný telesný odpočinok alebo čas potrebný na zotavenie,
- c. nadmerné vzdialenosti pri zdvíhaní, spúšťaní alebo prenášaní bremena,
- d. vnútené tempo práce, ktoré zamestnanec nemôže meniť.

5. Individuálne faktory

- a. pracovník je fyzicky a zdravotne nespôsobilý uskutočňovať príslušný pracovný úkon,
- b. má nevhodný odev a obuv a iné osobné vybavenie,
- c. nemá zodpovedajúce alebo primerané vedomosti a zručnosti (obrázok 21).

Vlastnosti bremena	Spôsob manipulácie	Pracovné prostredie	Organizácia práce	Individuálne faktory
nadmerná hmotnosť	umiestnenie a dráha pohybu bremena	prekážky, obmedzený priestor	frekvencia zdvíhania	nespôsobilosť
tvar, objemnosť, skladnosť, konzistencia	otáčavý pohyb trupu	nevhodné zorné podmienky, výhľad	nedostatočný odpočinok	nevhodný odev, obuv a iné vybavenie
úchopové možnosti	možný neočakávaný pohyb bremena	nerovná, sklonená, klzka podlaha	vysoké tempo práce	neprimerané vedomosti a zručnosti
nestabilné alebo jeho obsah sa môže premiestňovať	manipulácia s bremenom v nestabilnej alebo nefyziologickej polohe	extrémne hodnoty osvetlenia, teploty, vlhkosti alebo prúdenia vzduchu		

Obrázok 21 Rizikové faktory pri manipulácii s bremenami

Ideálna pracovná poloha predpokladá vzpriamený symetrický stoj, horizontálnu vzdialenosť bremena do 25 cm, pevné uchopenie bremena, výška úchopu bremena má byť nižšia ako 25 cm nad kĺbmi 3. prstu v základnom postavení. Maximálny zmenový limit je 10t pri prenášaní bremien na veľmi krátku vzdialenosť (menej ako 1 m). Pri prenášaní bremien na dlhšie vzdialenosti v nepriaznivých podmienkach sa hmotnosť znižuje. Pre ženy je to 6,5 t. Optimálne hodnoty sú odvodené z modelu, ktorý nepredpokladá šírku bremena väčšiu ako 0,75 m.

Odporúča sa klásť dôraz aj na elimináciu ručnej manipulácie. Dôraz sa kladie na použitie mechanizácie a automatizácie (zdvihačky, transportné zariadenia, dopravníkové zariadenia, valčekové stoly, závesné zariadenia).

Najvyššie prípustné hmotnostné limity pre dvíhanie a prenášanie bremien sú uvedené v Nariadení vlády 281/2006 Z. z.. Rozdiely sú zohľadnené podľa pohlavia a vekových skupín. Pod maximálnou hmotnosťou bremena sa rozumie hmotnosť individuálneho bremena, ktorá nesmie byť za žiadnych podmienok (okolností) prekročená.

Smerné hmotnostné hodnoty oboma rukami zdvíhaných a prenášaných bremien, maximálna hmotnosť bremena a maximálna celozmenová hmotnosť za zmenu pre mužov a ženy rôznych vekových kategórií v základnej polohe postojacky a pri priaznivých a nepriaznivých podmienkach v trvaní maximálne 1 hod. za zmenu sú uvedené v tabuľke 6.

Tabuľka 6 Smerné hmotnostné hodnoty oboma rukami zdvíhaných a prenášaných bremien, maximálna hmotnosť bremena a maximálna celozmenová hmotnosť (Nariadenie vlády 281/2006 Z. z.)

Vek	Podmienky	Maximálna hmotnosť bremena (kg)		Maximálna celozmenová hmotnosť (kg)	
		Muži	Ženy	Muži	Ženy
18 – 29 r.	priaznivé	50	15	10 000	6 500
	nepriaznivé	40	10	8 000	5 500
30 – 39 r.	priaznivé	45	15	7 500	6 500
	nepriaznivé	40	10	7 200	5 500
40 – 49 r.	priaznivé	40	15	6 500	6 000
	nepriaznivé	35	10	6 000	5 500
50 – 60 r.	priaznivé	35	10	5 500	5 000
	nepriaznivé	30	5	5 000	4 000

Bremená s hmotnosťou **30 – 50 kg u mužov** možno zdvíhať nepretržite počas **1 hod.**.
Prestávky medzi časovými úsekmi na zdvíhanie bremien musia byť minimálne **30 min.**

Pri **práci v sede** a dvíhaní bremena jednou rukou nesmie byť jeho hmotnosť väčšia ako **5 kg**. Bremená s hmotnosťou **10 – 15 kg** možno zdvíhať nepretržite počas **10 min**, bremená s hmotnosťou **5 – 10 kg** počas **15 min**. **Prestávky** medzi časovými úsekmi na zdvíhanie bremien musia byť minimálne **10**, resp. **15 min**.

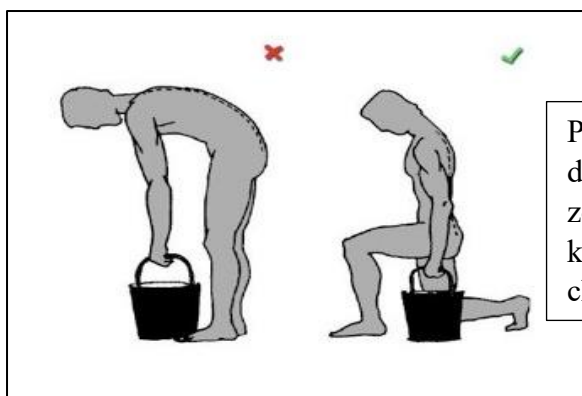
Bremená s hmotnosťou **15 – 20 kg u chlapcov** a **10 – 15 kg u dievčat** možno zdvíhať nepretržite počas **10 min**, bremená s hmotnosťou **10 – 15 kg u chlapcov** a **5 – 10 kg u dievčat** počas **15 min**. **Prestávky** medzi časovými úsekmi na zdvíhanie bremien musia byť minimálne **10**, resp. **15 min**.

5.1 Zásady správnej manipulácie s bremenami

Zásady správnej manipulácie s bremenami sú popísané na obrázkoch 22 – 25.

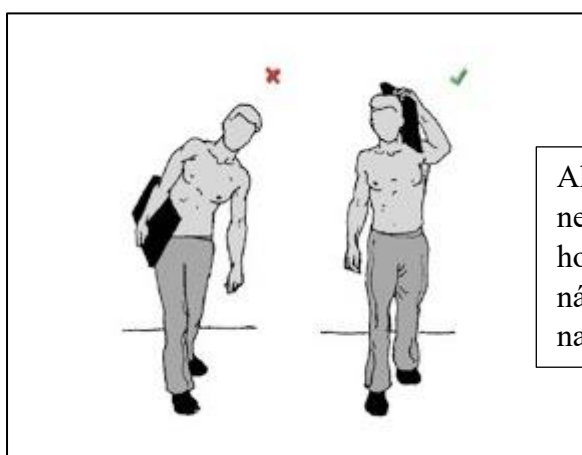
X – nesprávna manipulácia

✓ – správna manipulácia



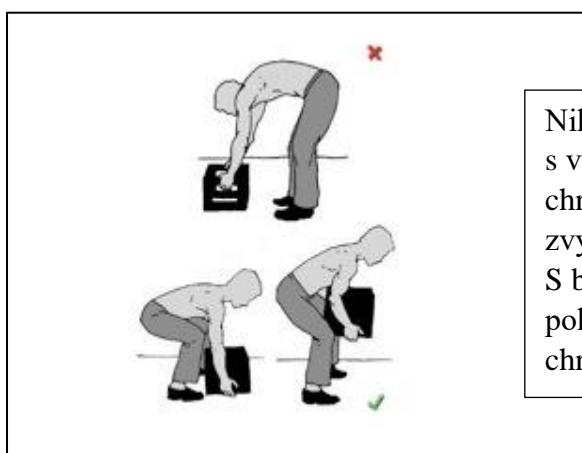
Platí, že je lepšie, ak si vieme rozdeliť bremeno do oboch rúk. Pri samotnom dvíhaní sa zohýbame dole cez našliapnutú dolnú končatinu, bremeno uchopíme a s rovným chrbtom cez vystieranie kolien sa postavíme.

Obrázok 22 Dvíhanie bremena s úchytom (<https://www.skolachrbta.sk/praacuteca-s-bremenami.html>)



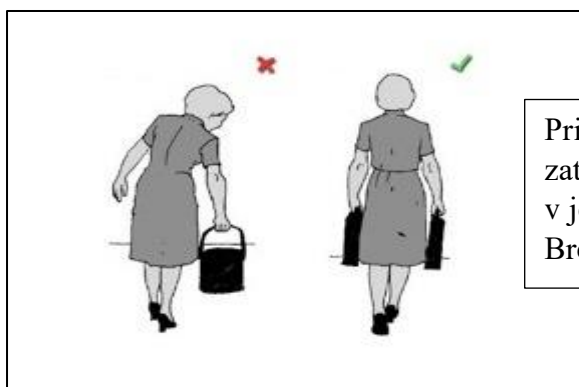
Ak prenášate v rukách malé bremeno, ktoré nejde rozdeliť do oboch rúk, snažte sa držať si ho čo najbližšie pri tele. Podľa jeho tvaru nájdite spôsob uchytienia, ktorý vás bude najmenej preťažovať a vychýľovať.

Obrázok 23 Nosenie malého bremena (<https://www.skolachrbta.sk/praacuteca-s-bremenami.html>)



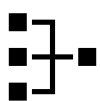
Nikdy nedvíhajte ťažké bremeno zo zeme s vystretými dolnými končatinami a ohnutým chrbtom. Tlak na medzistavcové platničky sa zvyšuje, ako aj možnosť poškodenia chrbtice. S bremenom manipulujte s nohami naširoko, pokrčenými kolenami a dvíhajte sa rovným chrbtom cez vystretie kolien.

Obrázok 24 Dvíhanie malého bremena (<https://www.skolachrbta.sk/praacuteca-s-bremenami.html>)



Pri nosení bremana uprednostnite rovnomerné zaťaženie chrbta. Ak nosíte bremano len v jednej ruke chrbtica je preťažovaná. Bremano sa odporúča rozložiť do oboch rúk.

Obrázok 25 Nosenie malého bremana (<https://www.skolachrbta.sk/praacuteca-s-bremanami.html>)



Zhrnutie kapitoly

Ručná manipulácia s bremenami je akékoľvek premiestňovanie alebo nesenie bremana vrátane ľudí a zvierat jedným zamestnancom alebo viacerými zamestnancami. Nepriaznivé dôsledky manipulácie s bremenami sa prejavujú predovšetkým poškodením bedrovej časti chrbtice. Rozhodujúci význam v prevencii poškodení pohybového aparátu je správny spôsob manipulácie s bremenami.



Kontrolné otázky:

- 1) Čo sú to bremená?
- 2) Aké sú riziká pri manipulácii s bremenami?
- 3) Aké sú zdravotné dôsledky nesprávnej manipulácie s bremenami?



Zoznam použitej a odporúčanej literatúry:

1. JIRÁK, Z., BUŽGA, M., PEKTOR, R. *Fyziologie práce*. Ostrava: X-MEDIA servis, 2014. 110 s. ISBN 978-80-7464-579-2.
2. Nariadenie vlády 281/2006 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri ručnej manipulácii s bremenami.

3. ŠKOLA CHRBTA. *Práca s bremenami.* Dostupné na:
<https://www.skolachrbta.sk/paacuteca-s-bremenami.html>

6 REŽIM PRÁCE A ODPOČINKU



V tejto kapitole sa dozviete:

- 1) Aký je význam režimu práce a odpočinku.
- 2) Akým spôsobom sa stanovuje pomer práce a odpočinku.

Pracovný čas je v súlade so Zákonníkom práce časový úsek, v ktorom je zamestnanec k dispozícii zamestnávateľovi, vykonáva prácu a plní povinnosti v súlade s pracovnou zmluvou.

Doba odpočinku je akákoľvek doba, ktorá nie je pracovným časom. Dobou odpočinku je aj prestávka na odpočinok a jedenie, ktorá sa nezapočítava do pracovného času.

Povinnosť zamestnávateľa určiť **začiatok a koniec pracovného času** a rozvrhnutie pracovného času je ustanovená v Zákonníku práce. **Pracovná zmena** je časť ustanoveného týždenného pracovného času, ktorý je zamestnanec povinný na základe vopred určeného rozvrhu pracovných zmien odpracovať v rámci 24-hod. po sebe nasledujúcich, a prestávka v práci.

Prácou na zmeny je taký spôsob organizácie pracovného času, pri ktorom zamestnanci jeden druhého striedajú na rovnakom pracovisku podľa určitého rozvrhu a v priebehu určitého obdobia dní alebo týždňov pracujú v rôznom čase. Prácou na zmeny je takáto práca aj v prípade, ak pri striedaní zamestnancov v zmenách dôjde k súbežnému výkonu práce zamestnancov nadväzujúcich zmien.

- I. Ranná zmena** – prevažná časť spadá do času medzi 6. hod. a 14. hod..
- II. Odpoľudňajšia zmena** – prevažná časť spadá do času medzi 14. hod. a 22. hod..
- III. Nočná zmena** – prevažná časť spadá do času medzi 22. hod. a 6. hod..

Ak je pracovný čas rozvrhnutý do dvoch pracovných zmien, ide o **dvojmenný pracovný režim**. Ak zamestnávateľ rozvrhne pracovný čas do troch pracovných zmien, ide o **trojmenný pracovný režim**. Pracovný režim, v ktorom pracovná činnosť prebieha súvislo po všetky dni v týždni, je **nepretržitý pracovný režim**.

Jedným zo základných preventívnych opatrení pre udržanie zdravia, dlhodobej pracovnej schopnosti a výkonnosti je správne stanovený **režim práce a odpočinku**. Mal by rešpektovať fyziologické limity, ktoré sú stanovené v závislosti od:

- pohlavia,
- veku,
- zapojených svalových skupín,
- trvania práce,
- iné.

Odpočinok (oddych) je kompenzácia únavy, fyzického a psychického zaťaženia, forma existencie organizmu, umožňujúci návrat fyziologických funkcií ku kludovým/pokojovým hodnotám. Význam účelného oddychu stúpa so zvyšujúcou sa namáhavosťou pri práci, s veľkou opakovateľnosťou pohybov, rýchlosťou pracovných úkonov a v neposlednom rade aj monotónnosťou pri práci (obrázok 26).

Aktívny oddych	súhrn činností odlišných od predchádzajúcej záťaže, ktorá spôsobila únavu
Pasívny oddych	telesný klud spojený s relaxáciou (uvoľnenie svalového a psychického napätia), spánok

Obrázok 26 Druhy oddychu pri práci

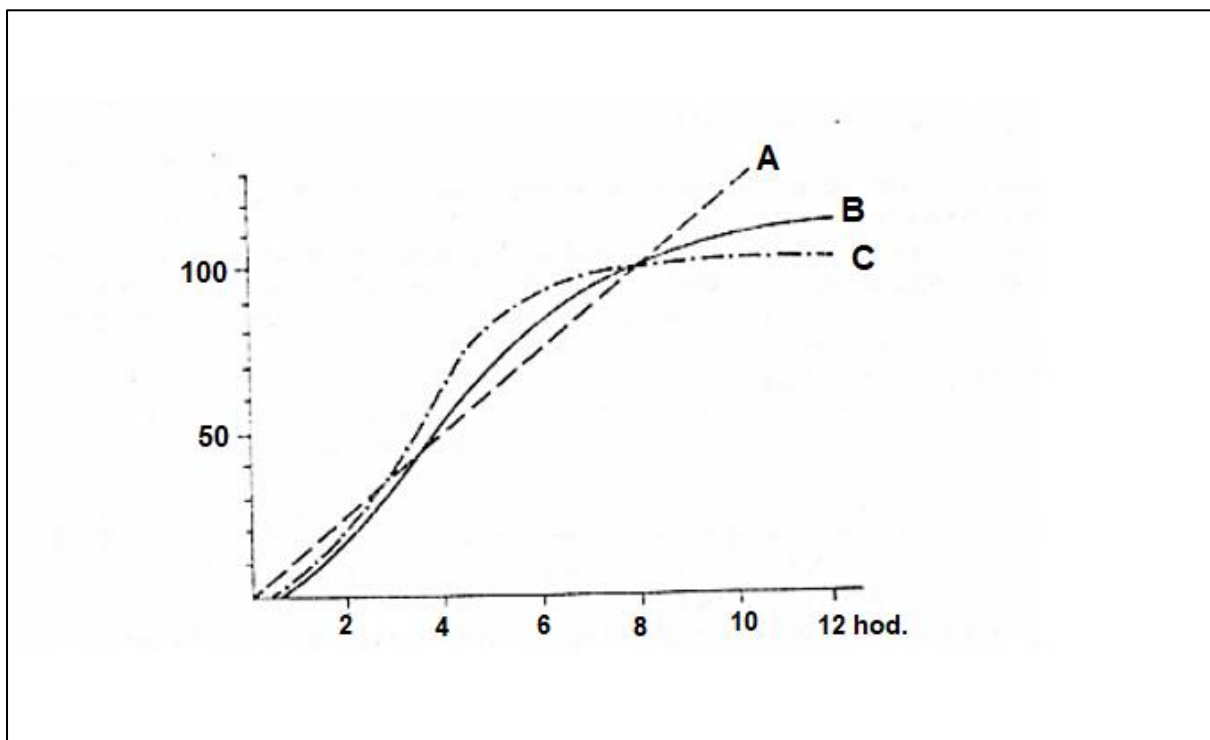
Existujú určité všeobecné zásady pri určovaní režimu práce a odpočinku, avšak aj v tomto prípade treba brať ohľad na individuálne požiadavky. **Pri práci s prevahou zložky dynamickej sa odporúča pomer dĺžky doby odpočinku k dobe namáhavej činnosti 1:1. Pri práci s prevahou zložky statickej je nutný 2 – 3x dlhší čas na odpočinok.**

Základnej aktivite fyziologických funkcií odpovedá krivka pracovnej výkonnosti, ktorá je ovplyvnená aj ďalšími faktormi:

- predchádzajúca činnosť,
- odpočinok,
- postupne zapracovávanie sa,
- nastupujúca únava.

Výkonnosť prechodne klesá v poludňajších hodinách. Ďalší pokles výkonnosti nastáva s postupom pracovnej doby priamo úmerne k intenzite a namáhavosti práce. Dlhoročné skúsenosti preukázali, že optimálna dĺžka práce je 8 hod.. Pracovné výsledky v ďalších

hodinách nie sú úmerne zvyšovanému úsiliu, ktoré je treba vynaložiť na prekonanie únavy a zachovanie pracovného tempa. Zvyšuje sa počet chybných úkonov a stúpa úrazovosť. Zachovanie rovnomernej výkonnosti po dobu viac ako 8 hod. je možné len u tých prác a pracovných činností, kde sa strieda kvalita činností alebo sú zavedené dostatočne dlhé prestávky po náročnej pracovnej činnosti alebo ide o pracovnú pohotovosť (obrázok 27).



Obrázok 27 Vzťah dĺžky pracovnej doby k percentu výroby (Švestka et al., 1978)

A: ideálny vzťah medzi dĺžkou pracovnej doby a percentom výroby; B: skutočný priebeh pri stredne namáhavej práci; C: skutočný priebeh pri ťažkej telesnej práci

Pri práci s prevahou zložky dynamickej sa odporúča pomer dĺžky doby odpočinku k dobe namáhavej činnosti 1:1. Pri práci s prevahou zložky statickej je nutný 2 - 3x dlhší čas na odpočinok.

Zamestnávateľ je povinný poskytnúť zamestnancovi najneskôr po štyroch hodinách **prestávku na odpočinok a jedenie** v trvaní **30 min.** Ak ide o práce, ktoré sa nemôžu prerušiť, musí sa zamestnancovi aj bez prerušenia prevádzky alebo práce zabezpečiť primeraný čas na odpočinok a jedenie. Prestávky na odpočinok a jedenie sa nezapočítavajú do pracovného času.

6.1 Význam prestávok pri práci

Prestávky slúžia prioritne na:

- obmedzenie nadmerného energetického výdaja,
- obmedzenie nadmerného jednostranné zaťaženie,
- zníženie únavy,
- stabilizovanie výkonu,
- zvýšenie motivácie,
- zvýšenie výkonnosti,
- prevencia distresu,
- iné.

Okrem **organizovaných prestávok** (napr. prestávka na obed) prerušuje pracovný proces aj porucha stroja alebo zariadenia. Takýto typ prerušenia pracovnej doby nemá regeneračný účinok, naopak vedú k narušeniu pracovného rytmu a poruchám pozornosti.

Za určitý druh pracovných prestávok považujeme aj mikropauzy. **Mikropauzy** môžeme definovať ako niekoľkosekundové prerušenie práce medzi jednotlivými pracovnými operáciami alebo úkonmi, ktoré závisia na individuálnej voľbe pracovníka. Predlžovanie dĺžky alebo časté opakovanie takýchto mikropáz pozorujeme pri nástupe únavy. **Ak sa tento jav objavuje u väčšieho počtu pracovníkov naraz na rovnakej zmene, je to jasným signálom na zavedenie organizovanej prestávky** (obrázok 28).



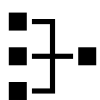
Obrázok 28 Druhy prestávok pri práci

Zásady pri určovaní prestávok

- A. Rytmus práce a prestávok by mal byť pravidelný.
- B. Viac prestávok sa odporúča v druhej polovici pracovnej zmeny.

- C. Monotónna práca si vyžaduje viac prestávok s kratším trvaním.
- D. Dlhé prestávky nie sú vhodné, pretože narušujú koncentráciu.
- E. Regenerácia organizmu sa prejavuje predovšetkým počas prvých 5 min na začiatku prestávky.
- F. Prestávky by sa mali zaradiť do tých fáz pracovnej zmeny, v ktorých sa zaznamenáva pokles výkonu.

Ani správne stanovený režim práce a odpočinku nie je jediným riešením problematiky pracovného zaťaženia, je to len jeden z prostriedkov racionálnej organizácie práce.



Zhrnutie kapitoly

Kompenzáciou únavy je odpočinok (odдых), ktorý vracia fyziologické funkcie ku pokojovým hodnotám. Odpočinok poznáme aktívny a pasívny. Jedným zo základných preventívnych opatrení pre udržanie zdravia, dlhodobej pracovnej schopnosti a výkonnosti je správne stanovený režim práce a odpočinku. Mal by rešpektovať fyziologické limity. Pri práci s prevahou zložky dynamickej sa odporúča pomer dĺžky doby odpočinku k dobe namáhavej činnosti 1:1. Pri práci s prevahou zložky statickej je nutný 2 – 3x dlhší čas na odpočinok.



Kontrolné otázky:

- 1) Definujte odpočinok (odдых).
- 2) Aké druhy prestávok pri práci poznáte a uveďte príklady.
- 3) Odôvodnite tvrdenie, že pri práci s prevahou zložky statickej je nutný 2-3x dlhší čas na odpočinok.



Zoznam použitej a odporúčanej literatúry:

1. BUCHANCOVÁ, J. et al. *Pracovné lekárstvo a toxikológia*. Martin: Osveta. 2003. ISBN 80-8063-113-1.
2. JIRÁK, Z., BUŽGA, M., PEKTOR, R. *Fyziologie práce*. Ostrava: X-MEDIA servis, 2014. 110 s. ISBN 978-80-7464-579-2.
3. ŠVESTKA, B. et al. *Pracovní lékařství*. Praha: Avicenum, 1987. 214 s.
4. Zákon 311/2001 Z. z. *Zákonník práce*.

7 ZDRAVOTNÉ DÔSLEDKY NADMERNÉHO ZAŤAŽENIA V PRÁCI



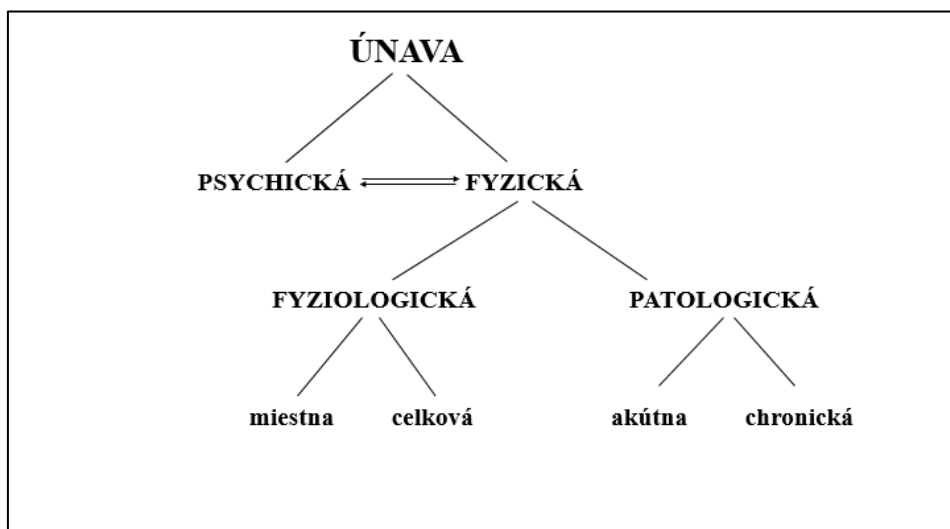
V tejto kapitole sa dozviete:

- 1) Čo je to únava a aké sú jej príznaky.
- 2) Aké sú zdravotné dôsledky lokálnej svalovej záťaže.
- 3) Aké sú rizikové faktory vzniku ochorení z dlhodobého, nadmerného a jednostranného zaťaženia.

7.1 Únava

Nadmerná fyzická záťaž môže vyvolať reverzibilné aj ireverzibilné zmeny v organizme. Zaťaženie organizmu fyzickou, ale aj psychickou únavou definujeme ako **únavu**. Pojem únava ma dva významy. Vyjadruje subjektívne pocity jednotlivca a na druhej strane objektívne zmeny, ktoré sú registrované pri intenzívnejšej telesnej záťaži. **Únava je obranným a ochranným mechanizmom organizmu.** Chráni zaťažovaný organizmus pred možným poškodením z preťaženia. Bezprostrednou príčinou svalovej únavy je pokles tvorby (resyntézy) makroergických fosfátov (ATP) pri kritickom poklese energetických rezerv alebo nahromadením kyslých metabolitov.

Podľa druhu zaťaženia únavu delíme na **fyzickú (telesná, svalová)** a **psychickú (duševná)**. Ďalej rozoznávame únavu **fyziologickú (miestna a celkovú)** a **patologickú**, ktorá sa následné delí na patologickú únavu **akútnu** a **chronickú** (obrázok 29).



Obrázok 29 Druhy únavy

Psychická (duševná) únava

Vnímame ju väčšinou ako pocit vyčerpania, stratu koncentrácie, zhoršenie pamäti alebo ospalosť. V psychickej sfére sa prejavuje nedisciplinovanosť, chýba odhad vlastných schopností a dochádza k zníženiu adaptability na novovznikajúce situácie.

Fyzická (telesná, svalová) únava

Túto únavu vnímame obvykle ako ťažobu, slabosť, prípadne bolesť alebo stuhnutie kostrových svalov. Unavené, vyčerpané svaly majú sklon k trasu a krčom. Prejavuje sa poklesom svalovej sily, stratou rýchlosti a jemnej koordinácie pohybov.

7.1.1 Fyziologická únava

Fyzickú (aj psychickú únavu) spôsobujú zmeny vnútorného prostredia, ktorými sú hromadenie metabolitov svalovej práce a vyčerpanie rezerv makroergických fosfátov a mediátorov na nervových synapsiách. Fyzickú únavu sprevádza aj psychická únava. Podľa charakteru záťaže sa tieto zmeny prejavujú ako miestne alebo celkové. Rozhodujúcu úlohu vo vzniku únavy hrajú **svaly a centrálna nervová sústava**.

Medzi najčastejšie príznaky fyziologickej únavy patrí:

- hyperémia pokožky,
- potenie,
- tachykardia,
- tachypnoe,
- subjektívny pocit vykonávanej záťaže,
- poruchy koordinácie mimického svalstva,
- poruchy koordinácie drobných svalov ruky,
- spomalené vnímanie pojmov a podnetov,
- poruchy priestorového vnímania,
- bolesti vo svaloch,
- pocit tlaku v epigastriu,
- bolesti hlavy a pocit únavy celkovej i miestnej.

vyšší stupeň únavy

Objektívne možno preukázať chemické zmeny vo svale:

- zníženie enzýmovej aktivity ATPázy, kreatínfosfatázy, laktát-dehydrogenázy, alanínaminotransferázy,
- pokles kreatínfosfátu,
- glykogénu a hromadenie metabolitov,
- zníženie pH svalovej záťaže,
- zníženie cievneho zásobenia svalu,
- zmeny cievneho zásobenia svalu a nezaťaženými svalmi.

Tréningom sa môže zvýšiť tolerancia organizmu na tieto hodnoty. Pri dosiahnutí prahu znášanlivosti reaguje sval kŕčov. U trénovaného svalu nastupuje únava pri pH 7,0, u netrénovaného pri 7,2. Rozhodujúca je aj doba a charakter zaťaženia. Únavu a pokles výkonnosti vyvoláva nadbytok stimulov a taktiež ich nedostatok.

7.1.2 Patologická únava

Pri záťaži, ktorá presiahne kvalitou a kvantitou prah fyziologickej znášanlivosti, vzniká pri krátkodobom trvaní **akútna únava** (preťaženie). Pri intenzívnej svalovej práci sú príznaky vyvolané vysokou koncentráciou laktátu. Príčinou môže byť aj nedostatočná doba zotavenia.

Akútna patologická únava

Akútnu patologickú únavu delíme na:

I. Preťaženie (I. stupeň)

- pocit slabosti, bolesti hlavy, vertigo, nauzea, pokles systolického tlaku, nitkovitý tep, tachypnoe, spomalené reakcie na podnety strednej intenzity, poruchy reči (opakovanie slov, nezrozumiteľná dikcia), kŕč mimického svalstva, tras prstov, bledosť pokožky a slizníc, porucha tvorby slín (pocit suchosti v ústach), zmeny myslenia (nutkavé myšlienky, opakovanie myšlienok), porucha vnímania pojmov a ich spracovanie (skratové reakcie).

II. Schvátenie, vyčerpanie (II. stupeň)

- cyanóza slizníc, akrocyanóza, dýchavičnosť, nitkovitý až nehmatný tep, kolaps, pokles tlaku krvi, palpitácia, vracanie, zmeny svalového tonusu (kŕče, tetanické zášklby, známky šoku, iracionálne myslenie, oligúria, proteínúria, hematúria, ochranný útlm.

Chronická patologická únava

V bežnej klinickej praxi sa patologická chronická únava kryje s termínom **pretrénovania**. To môžeme charakterizovať ako dlhodobý nepomer medzi vykonávanou činnosťou a pracovnou kapacitou organizmu. Príznaky pretrénovania je možné rozdeliť do troch hlavných skupín:

I. Príznaky výkonnostné

- pokles rýchlosti, sily, neistota pri nácviku, porucha rytmickosti pohybov, pokles celkovej i špecifickej výkonnosti, strata záujmu, alebo naopak zvýšený záujem v snahe kompenzovať klesajúci výkon.

II. Neuropsychické príznaky

- zvýšená dráždivosť, apatia, agresivita, inadekvátne psychické reakcie.

III. Somatické príznaky

- nechutenstvo, či naopak zvýšená chuť do jedla, odpor k niektorým potravinám, alebo naopak chuť na ne, zmeny spánku, zažívacie poruchy, pokojové potenie (najmä nočné), permanentný pocit únavy, zvýšená náchylnosť k ochoreniam, poruchy menštruačného cyklu.

Akútna patologická únava predstavuje vážne ohrozenie zdravia a vyžaduje lekársku starostlivosť.

7.2 Dlhodobé, nadmerné a jednostranné zaťaženie končatín (DNJZk)

Ochorenia z preťaženia alebo aj ochorenia z dlhodobého, nadmerného a jednostranného zaťaženia končatín (DNJZk) sa v zahraničnej literatúre zvyknú označovať ako **RSI syndrome (repetition strain injury)**, **cumulative trauma disorders**, **repetitive motion disorders** alebo aj **overuse syndrome**.

Dlhodobé zvyšované napätie a/alebo nevhodné pracovné polohy môžu viesť k preťažovaniu svalových úponov. Zvýšenie vnútrosvalového napätia ovplyvňuje nepriaznivo prietok krvi svalom, a pokiaľ svalové napätie prevyšuje perfúzny tlak, dochádza k svalovej ischémii. Vplyvom ďalších metabolických zmien môžu vznikať lokálne svalové kontraktúry a mikroruptúry svalových vlákien. Zmeny sú najprv reverzibilné, ale neskôr s pokračujúcou záťažou sa stávajú ireverzibilnými.

DNJZk môže byť spôsobené:

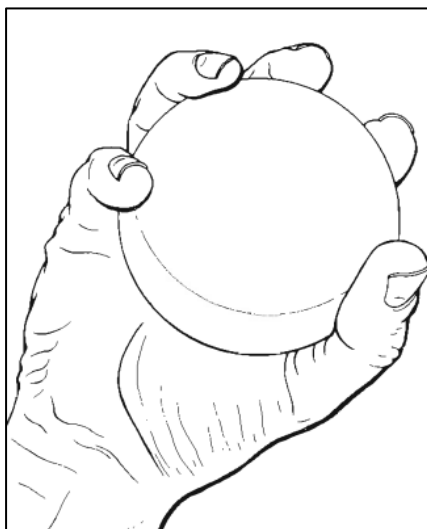
- tlakom pri silnom držaní nástroja alebo opracovaného predmetu, obzvlášť menšími svalovými skupinami,
- tlakom napr. do podložky,
- extrémnym svalovým napätím svalových skupín pri vnúternej polohe končatín,
- dlhodobou stereotypne vykonávanými drobnými pohybmi prstov rúk s vysokou frekvenciou, vnúteným tempom práce,
- druhom/typom úchopu (napr. práca s pinzetou).

7.2.1 Typy úchopov ruky

Stretávame sa s viacerými deleniami úchopov ruky. Rozoznávame **úchop silový (veľké úchopové formy)** a **úchop presný (malé úchopové formy)**.

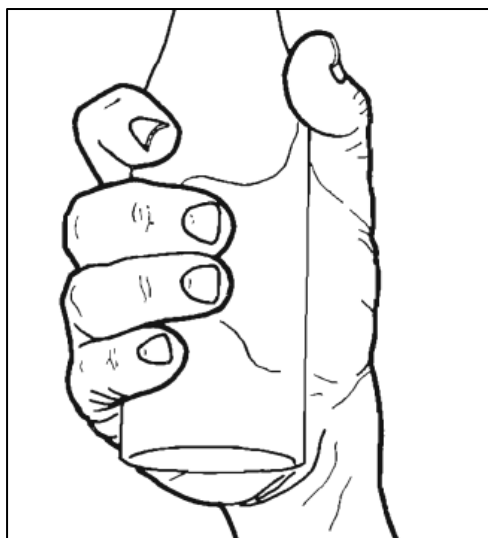
1. Veľké úchopové formy

- A. Gul'ový úchop:** ruka v zápästí je v miernej dorzálnej flexii, palec je v opozícii a všetky prsty vo všetkých kĺboch sú mierne ohnuté (obrázok 30).



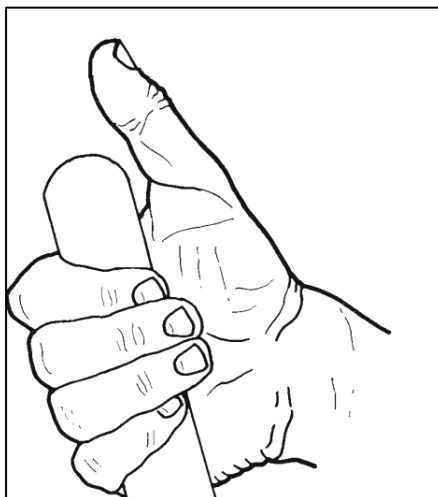
Obrázok 30 Gul'ový úchop (Kapandji, 2002)

- B. Valcový úchop:** palec smeruje oproti prstom a zaisťuje tak zachytenie úchopového predmetu (obrázok 31).



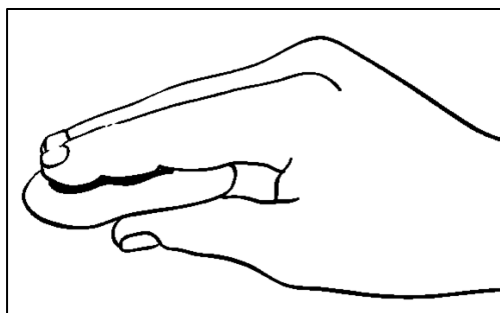
Obrázok 31 Valcový úchop (Kapandji, 2002)

C. Hákový úchop: prsty sú flexované, palec sa na úchope nezúčastňuje (obrázok 32).



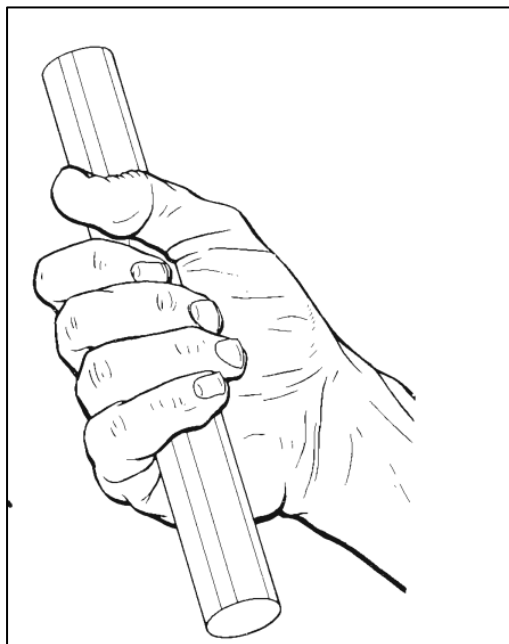
Obrázok 32 Hákový úchop (Kapandji, 2002)

D. Kónický úchop: prsty sú extenzované a kopírujú predmet (obrázok 33).



Obrázok 33 Kónický úchop (Mary Egbert, 2022)

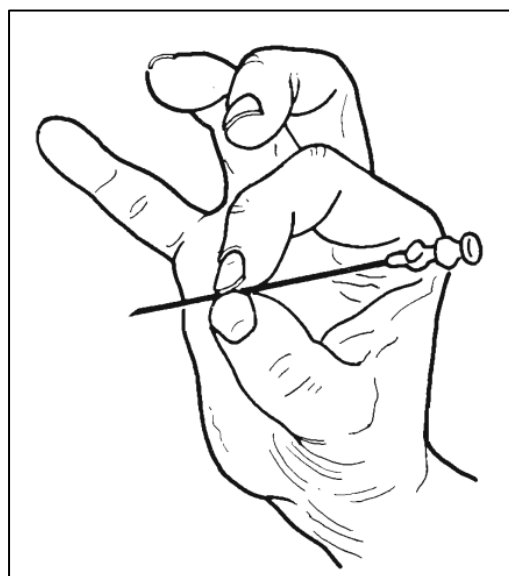
E. Silový úchop: prsty sú flexované, v ulnárnej dukcii a rotované. Palec je položený na osi objektu (obrázok 34).



Obrázok 34 Silový úchop (Kapandji, 2002)

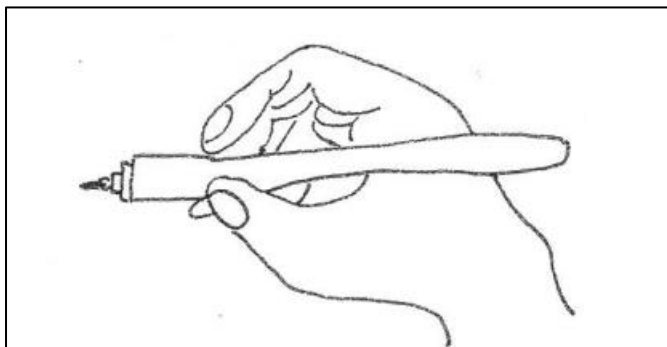
2. Malé úchopové formy

A. Pinzetový úchop: je prevedený stiskom distálnej časti bruška posledného článku II., III., IV. alebo V. prstu oproti distálnej časti bruška druhého článku prsta (obrázok 35).



Obrázok 35 Pinzetový úchop (Kapandji, 2002)

- B. Štipka:** úchop je prevedený stiskom volárnej strany bruška posledných článkov prstov obvykle prvých troch prstov, ale aj IV. a V. prsta (obrázok 36).



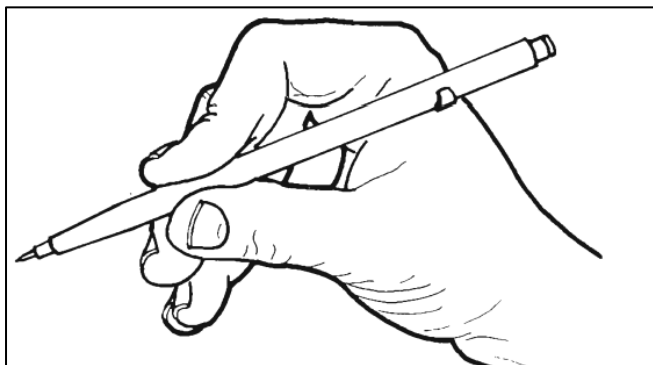
Obrázok 36 Štipkový úchop
(<https://www.mskunratice.cz/file.php?nid=17697&oid=7888175>)

- C. Kľúčový úchop:** pritisnutie volárnej strany druhého článku palca oproti radiálnej strane ukazováka (obrázok 37).



Obrázok 37 Kľúčový úchop (Kapandji, 2002)

- D. Pisársky úchop:** predmet je medzi ukazovákom a palcom, prostredník pridržiava predmet volárnou stranou (obrázok 38).



Obrázok 38 Pisársky úchop (Kapandji, 2002)

Rozoznávame úchop silový (veľké úchopové formy) a úchop presný (malé úchopové formy).

Maximálna svalová sila človeka je závislá na jeho veku a tiež pohlaví. Najvyššie hodnoty svalovej sily sú dosahované medzi 20 – 29 rokom života, rovnako u mužov a žien. So stúpajúcim vekom evidujeme pokles svalovej sily. Na začiatku je klesanie sily len nepatrné vo vekovej skupine 30 – 39, zatiaľ čo vo vyššom veku je pokles výraznejší. Napr. u 55 ročnej osoby sú svalové sily horných končatín v priemere o 22 % nižšie ako u osoby 25 ročnej rovnakého pohlavia. Najčastejší vznik prejavov ochorenia zaznamenávame v **piatom decéniu**. V ostatných rokoch sa výskyt posúva do nižších vekových skupín.

K základným etiologickým faktorom pri vzniku ochorenia patrí **dlhodobosť**, **nadmernosť** a **jednostrannosť**. Najdôležitejší faktor je práve nadmernosť.

- **kritérium nadmernosti** zahrňuje veľkosť svalovej sily, dobu pôsobenia a rozloženie regeneračných časov. Vychádza z Rohmertovho poznatku, že využívanie svalovej sily pri práci nad 15 % (% Fmax) spôsobuje postupnú disproporciu medzi krvným zásobením a metabolickou potrebou tkanív s hromadením anaeróbnych produktov,
- **kritérium jednostrannosti** sa posudzuje vo vzťahu k nadmernosti a početnosti opakovania záťaže rovnakých častí pohybového aparátu v priebehu pracovnej zmeny, pracovného týždňa, prípadne pracovného cyklu,
- **kritérium dlhodobosti** určuje zaťaženie rovnakých častí pohybového aparátu opakovane najmenej v dvoch po sebe nasledujúcich zmenách u nezpracovaných osôb, u osôb zapracovaných dobu primerane dlhšiu po zapracovaní. Musí byť vylúčený úrazový mechanizmus vzniku poškodenia. Význam dlhodobosti sa zvyšuje s pribúdajúcim vekom zamestnanca, kedy dochádza k poklesu svalovej sily.

Významnú úlohu pri vzniku ochorenia zohrávajú aj iné **spolupôsobiace faktory práce a pracovného prostredia**, **individuálne faktory**, **genetické faktory**, niektoré **chorobné stavy**, **úrazy** a iné.

Ochorenia z DNJZk sú multifaktoriálne, z tohto dôvodu nemôžeme označiť len jeden faktor za príčinu ich vzniku.

7.3 Ochorenia z DNJZk

Najčastejšie sa stretávame s delením ochorení z DNJZk na:

A. burzitídy (*bursitis olecrani*, *bursitis preapatellaris*): zápaly, ktoré vznikajú pri stálom alebo opakovanom lokálnom tlaku na burzu počas pracovnej činnosti v typickej pracovnej polohe (napr. kľak na kolenách). Opakovaný tlak na burzu podráždi synoviálnu membránu a začne sa produkovať väčšie množstvo synoviálnej tekutiny. Z tohto dôvodu burza zväčší svoj objem. V mieste opakovaného tlaku bývajú prítomné mozole alebo inkrustácie z otlakov.

- práca v potrubíach, pokladači podláh a dlaždíc, maliari, brúsiči skla.

B. postihnutia a ruptúry meniskov: podľa etiológie sa delia na traumatické a degeneratívne. Traumatické vznikajú prevažne u mladších jedincov a v neskoršom veku pribúdajú degeneratívne poškodenia. Poškodenia vnútorného menisku sú častejšie ako poškodenia vonkajšieho menisku. Poranenia vznikajú najčastejšie násilnou rotáciou predkolenia. Dlhodobá flekčná poloha spôsobuje obmedzenie perfúzie krvi, ischémiu a následne degeneratívne zmeny. Pri týchto degeneratívnych zmenách môže dôjsť k ruptúre aj pri denných bežných činnostiach.

- pokladači podláh a dlaždíc.

C. ochorenia šliach a šľachových púzdier (*tendovaginitis*): hlavným mechanizmom je preťažovanie prácou vo vynútených polohách horných končatín s nadmerným opakovaním rýchlych pohybov prstov a zápästia. Dostatočne časté a dlhé prestávky zohrávajú významnú úlohu v prevencii. Bez nich vzniká svalová únava, ischemizácia a mikrotraumy. Rozvíja sa zápal, degeneratívne zmeny a zhrubnutie fibróznej pošvy, čo môže viesť k obmedzeniu pohybu šliach synoviálnou pošvou. Chronická forma ochorenia trvá minimálne 6 mesiacov s funkčným obmedzením uchopenia o viac ako jednu tretinu s incipientnou svalovou hypotrofiou.

- strihačky, šičky, dojičky, leštiči, huslisti, klaviristi.

D. entezopatie a iné poškodenia kostí (*epicondylitis radialis*, *epicondylitis ulnaris*, *impingement syndróm*): sú ochorenia postihujúce začiatok alebo úpon šliach svalov. Príčinou býva chronické preťažovanie ako následok opakovanej mikrotrumatizácie a nedoliečenej parciálnej ruptúry. Medzi najčastejšie entezopatie patria **ochorenia**

v oblasti lakt'a (epikondylitída) a **ochorenia v oblasti ramena** (entezopatia rotátorovej manžety). **Epikondylitída** (syndróm úponových bolestí) je ochorenie vznikajúce mechanickým dlhodobým opakovaným preťažovaním svalov v krajných polohách v lakt'ovom kĺbe (maximálne flexia, extenzia, supinácia, pronácia) pri pracovnej činnosti s použitím nástrojov s dlhšou násadou. Rozoznávame **epikondylitídu radiálnu a ulnárnu**. **Radiálna epikondylitída** je častejšie sa vyskytujúca a závažnejšia. Typické bývajú aj kombinácie. **Impingement syndróm** je funkčné postihnutie ramenného kĺbu v oblasti subakromiálneho priestoru, ktoré je spôsobené iritáciou rotátorovej manžety a subakromionálnej burzy.

- baníci, pilčíci, zubní lekári a zubní laboranti, dojičky, šičky.

E. izolované artrózy (artrózy kolena, rizartrózy): vyskytujú sa rovnako na dolných aj horných končatinách. Medzi tie najčastejšie sa vyskytujúce patria: **artróza kolenného kĺbu**, ktorá vzniká pri práci v kľaku, **artróza karpometakarpálneho kĺbu** pri zvieraní predmetu v ruke proti odporu alebo **artróza metatarzofalangálneho kĺbu** na palci nohy, ktorá vzniká pri pohone stroja nohou.

- brusiči nožov, zubní laboranti, strihači, pokladači podláh a dlaždíc, práca v potrubíach, baníci.

F. parézy nervov (syndróm *canalis carpi*, syndróm Guyonovho kanála): majú charakter kompresívnych ischemických neuropatií periférnych nervov a vyskytujú sa pri mnohých činnostiach spojených s DNJZk. Najčastejšie sa vyskytujú **parézy n. mediani pri syndróme karpálneho tunela**, paréze *n. ulnaris* pri syndróme ulnárneho kanála, paréze *n. radialis-r. profundus* pri syndróme supinatorového kanála, paréza *n. tibialis*, paréza *n. fibularis* a iné.

- baníci, šičky, brúsiči, montážni pracovníci.

G. hypotenarový kladivový syndróm: ochorenie vyvolané dlhodobým opakovaným pôsobením tlaku na ulnárnu časť arteriálneho dlaňového oblúka ruky. Častým podporným prvkom bývajú aj vibrácie.

- baníci, pilčíci.

H. námahová trombóza: vzniká pri nadmernom fyzickom zaťažení hornej končatiny.

Typické sú činnosti spojené s námahou, napínaním svalov a s abdukčným postavením hornej končatiny.

- pilčiči, maliari, strihači oviec.

I. Abrupcia trňového výbežku VII. krčného stavca: vzniká pri prudkom dvíhaní bremien. Je jediným „nekončatinovým“ ochorením z DNJZk.

- nosiči, skladníci (tabuľka 7).

Tabuľka 7 Prehľad vybraných ochorení z DNJZk

Názov ochorenia	Mechanizmus vzniku	Profesia
Burzitídy <i>Bursitis olecrani</i> <i>Bursitis preapatellaris</i>	opieranie o lakte práca v kľaku, na kolenách	brusiči, zvárači dláždiči, parketári, záhradníci
Postihnutie meniskov	práca v drepe, ohýbanie kolena	parketári, dláždiči
Ochorenia šliach a šľachových púzdiar <i>Tendovaginitis crepitans</i>	opakovaný stisk, rotácia ruky, zápästia	šičky, strihačky, montážni pracovníci
Entezopatie <i>Epicondylitis radialis</i> <i>Epicondylitis ulnaris</i> <i>Impingement syndróm</i>	nadmerné pohyby s vytáčaním dlane nahor, navonok flexia, extenzia v lakti a pronačno-supinačné pohyby v predlaktí iritácia rotátorovej manžety a subakromionálnej burzy	zubní laboranti a lekári, šičky, montážnici, baníci, sklenári, čašníci, piliari piliari, baníci, práce s ručným náradím, vŕtačkami, kladivami baníci, pilčiči, zubní lekári a zubní laboranti, dojičky, šičky
Izolované artrózy <i>metatarzofalangálneho kĺbu</i> <i>kolenného kĺbu</i> <i>karpometakarpálneho kĺbu</i>	pohon stroja nohou práca v kľaku zvieranie predmetu v ruke proti odporu	brusiči nožov, hrnčiari dláždiči, parketári, záhradníci zubné laborantky, šičky
Parézy nervov		

<i>Paréza n. medianis pri syndróme karpálneho tunela</i>	flexia a extenzia zápästia	šičky, montážnici, brusiči
<i>Syndróm canalis n. ulnaris</i>	zaťažovanie pri flexii zápästia a prstov	brúsiči skla
Hypotenarový kladivový syndróm	pritláčanie nástroja ulnárnou časťou dlane	baníci, piliari, vŕtači kovov
Námahová trombóza	vysoká frekvencia pohybov rúk	piliari, vodiči ťažkých mechanizmov
Abrupcia trňového výbežku VII. krčného stavca	prudké dvíhanie bremien	nosiči, skladníci

Medzi **najčastejšie profesionálne ochorenia** podľa Medzinárodnej klasifikácie chorôb (MKCH-10) hlásené pod položkou č. 29 – ochorenie z **DNJZk** patria:

- G56.0 **syndróm karpálneho tunela (SKT)**,
- G56.2 poškodenie n. ulnaris,
- M75.0 adhezívna kapsulitída pleca,
- M75.1 syndróm manžety rotátorov,
- M77.0, M77.1 epikondylitída (mediálna, radiálna).

7.3.1 Syndróm karpálneho tunela (SKT)

SKT, *canalis carpi*, je celosvetovo najčastejšia periférna neuropatia horných končatín a zároveň aj najčastejšie diagnostikovaná choroba z povolania (CHzP) za posledné roky. Z celkového počtu úžinových syndrómov tvorí SKT až 90 %. Tento stav je často obojstranný (bilaterálny SKT), aj keď dominantná ruka má tendenciu byť viac postihnutá. Neuropatia je zapríčinená traumaticky alebo tlakom na *n. medianus* v oblasti karpálneho tunela. Jedná sa o multifaktoriálne ochorenie, kde príčina vzniku môže byť rôzna. SKT je celosvetovo v priemere druhou najčastejšou príčinou absencie v práci, priemerný čas absencie v práci sa pohybuje od 21 do 32 dní. V zozname CHzP ju nájdeme pod položkou č. 29 choroba z DNJZk - ochorenie kostí, kĺbov, šliach a nervov končatín, dg. podľa MKCH-10 – G56.0. Pri vzniku profesionálnych ochorení hrá veľmi podstatnú úlohu dĺžka expozície. Pri ochoreniach z DNJZk sa u nezpracovaných pracovníkov stretávame s pomerne krátkou dĺžkou expozície. Väčšina postihnutých bolo vystavených vplyvu škodlivín **od 5 do 30 rokov**. Najvyšší výskyt sa uvádza po 15 – 20 ročnej pracovnej expozícii.

Odhady prevalencie a incidencie SKT sa značne líšia. Prevalencia elektromyograficky (EMG) potvrdeného SKT je **v pracovnej populácii** vo všeobecnosti **vyššia** ako v bežnej populácii. Aj na Slovensku sa prevalencia neprofesionálneho SKT pohybuje v rozmedzí od 1 – 6 %. Údaje o výskyte profesionálneho SKT sú oveľa vyššie. Incidencia v niektorých krajinách predstavuje až 23 – 93 prípadov na 1 000 obyvateľov. Prevalencia sa odhaduje na 0,6 – 68 % (v závislosti od profesie).

SKT rozdeľujeme na **akútny** a **chronický** s ohľadom na časové hľadisko (obrázok 39).

Syndróm karpálneho tunela	
<p>akútny</p> <p>zriedkavý, zapríčinený náhlym tlakom v karpálnom tuneli</p> <p>= pracovný úraz</p>	<p>chronický</p> <p>častejší, príznaky pretrvávajú mesiace až roky, dôsledok pôsobenia tlaku</p> <p>= choroba z povolania</p>

Obrázok 39 Delenie SKT s ohľadom na časový charakter

Klinický obraz

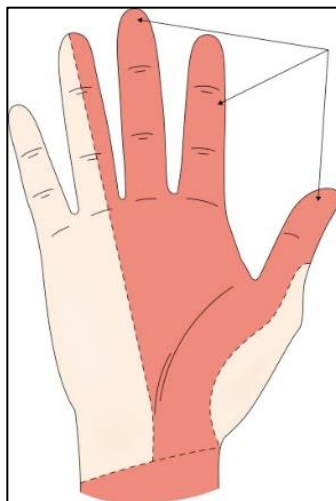
Spočíva z pozitívnych a negatívnych motorických, senzitívnych aj autonómnych príznakov podmienených léziou *n. medianus* v karpálnom tuneli.

Za **typické príznaky** SKT považujeme:

- zníženú citlivosť a parestézie (denné ponámahové, denné pokojové a nočné) v radiálnych 3½ prstoch,
- zníženie pohyblivosti/obratnosti prstov,
- bolesti zápästia (aj predlaktia alebo ramena), dlane a prstov,
- obmedzenie sily,
- stuhnutosť prstov,
- opuchy prstov a zápästia a
- záchvatové blednutie II. až IV. prstov ruky v chlade.

Pacienti sa môžu sťažovať na pocit opuchu v rukách, často s vedomím, že majú problémy s nosením šperkov alebo hodínok, pričom tento pocit kolíše počas dňa alebo týždňa. Niektorí pacienti udávajú aj suchú pokožku a studené ruky. V neskorších štádiách SKT sa znížená citlivosť môže stať konštantnou a zreteľnejšie sa prejavujú motorické poruchy, pričom

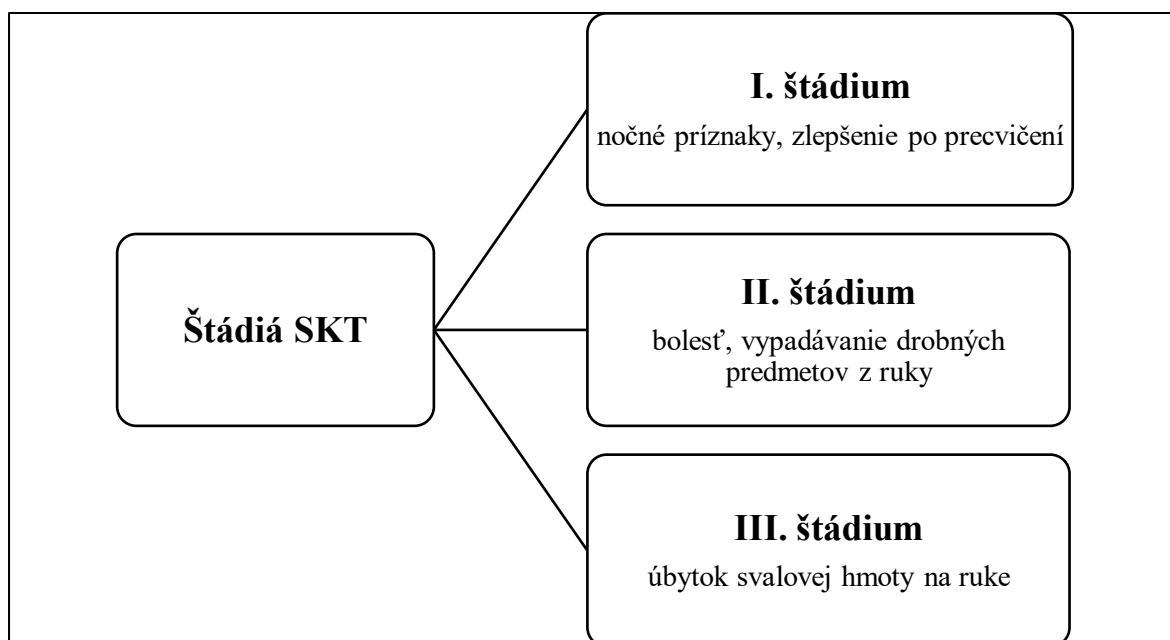
pacienti udávajú slabosť, funkčný pokles sily a častejšie vypadávanie predmetov z rúk. Prejavy sú častejšie na ruke viac zaťažovanej v práci. V pokoji sa stav spočiatku zlepší, neskôr je typická aj nočná bolesť spojená s nespavosťou. **Príznaky sa spravidla stupňujú v nočných hodinách, bolesť ustupuje po rozcvičení prstov a zápästia** (obrázok 40).



Obrázok 40 Znecitlivenie alebo parestézia v rámci stredného rozdelenia nervov (Frontera et al., 2020)

Existujú 3 štádiá SKT:

- I. **štádium:** typické nočné príznaky, zlepšenie po precvičení zápästia a ruky,
- II. **štádium:** akroparestézie prítomné počas aj dňa, bolesti vo všetkých prstoch ruky bez rozdielov, znížená až absentujúca výkonnosť drobných svalov ruky, typické je vypadávanie drobných predmetov z ruky,
- III. **štádium:** hypotónia alebo atrofia tenaru, úbytok svalovej hmoty na ruke (obrázok 41).



Obrázok 41 Štádiá SKT

Diagnostika SKT

Pozostáva najmä z nasledujúcich krokov:

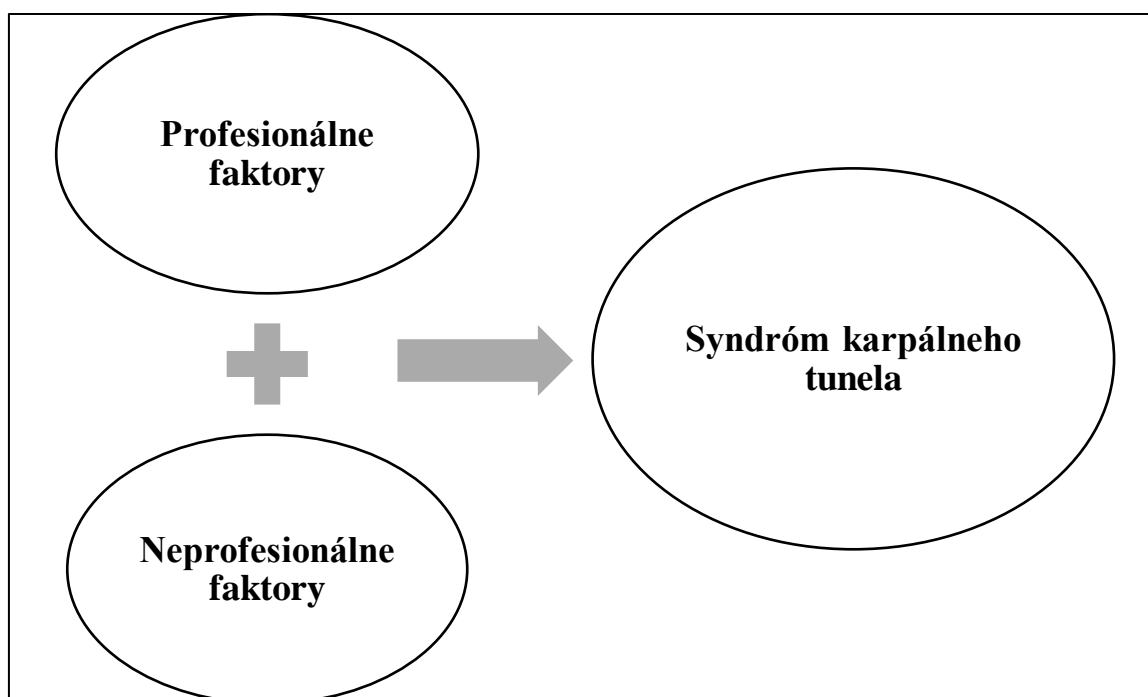
- A. **Zhodnotenie klinického obrazu:** analýza subjektívnych ťažkostí pacienta vrátane dôslednej pracovnej a mimopracovnej anamnézy (vhodné aj použitie subjektívneho vyšetrenia – dotazníka), podrobné objektívne neurologické vyšetrenie.
- B. **Použitie provokačných testov:** najznámejším a najlepším testom (podľa niektorých autorov) je Phalenov flekčný a extenčný test (90 stupňová flexia, resp. extenzia zápästia vyvolá parestézie alebo bolesť v senzitívnej oblasti *n. medianus*). Tinelov test sa vykonáva poklepom kladivka na *ligamentum carpi transversum*, ktoré vyvolá bolesť. Napínací test *n. medianus* alebo kompresívny manžetový test sú menej známe testy, ktoré sa pri diagnostike využívajú.
- C. **Blokáda nervu v mieste úžiny:** vykonáva sa lokálnym anestetikom a častokrát je spojený s lokálnym podaním steroidu. Úplné alebo čiastočné vymiznutie príznakov SKT nasvedčuje tejto diagnóze.
- D. **EMG:** poskytuje objektívne zhodnotenie funkcie aj štruktúry (z časti) *n. medianus*. Využívajú sa najmä štúdie, ktoré zisťujú absolútnu rýchlosť vedenia motorickými a senzitívnymi vláknami *n. medianus* cez karpálny tunel.
- E. **Použitie zobrazovacej metódy:** RTG snímky, CT vyšetrenie a iné.

Pre spresnenie a zjednotenie kritérií pri posudzovaní SKT ako CHzP boli vytvorené „Odporúčania Slovenskej neurologickej spoločnosti pre elektromyografické kritériá stredného a ťažkého stupňa poškodenia n. medianus pri SKT pre potreby pracovného lekárstva“.

Diagnostika SKT: zhodnotenie klinického obrazu, použitie provokačných testov, blokáda nervu v mieste úžiny, EMG, použitie zobrazovacej metódy.

7.3.1.1 Rizikové faktory podieľajúce sa na vzniku SKT

Dôležitými faktormi vzniku SKT je vplyv práce a pracovného prostredia, ktoré sa vo významnej miere podieľajú na vzniku ochorenia. Na druhej strane by sa nemal zanedbávať vplyv neprofesionálnych rizikových faktorov. **Osobné rizikové faktory** vedúce k vzniku SKT však stále nie sú úplne známe a často bývajú prehliadané alebo zanedbávané. SKT je spojený s určitými **chorobami a/alebo stavmi**, ako je **diabetes mellitus (DM)**, vyšší index telesnej hmotnosti (BMI), kardiovaskulárne ochorenia a poruchy štítnej žľazy, použitie hormonálnych látok, tehotenstvo, reumatoidná artritída a úrazy. V niektorých prípadoch môžu existovať 2 alebo viac z týchto rizikových faktorov, čím sú jednotlivci vystavení väčšiemu riziku rozvoja SKT (obrázok 42).



Obrázok 42 Rizikové faktory SKT

a) Profesionálne rizikové faktory

Autori Brain et al. (1947) boli prví, ktorí určili a popísali povolanie ako príčinný faktor vzniku SKT. Za rizikové práce označili: prácu s brúskou, prácu pri pokladni, prácu v baliarni mäsa, pracovníkov šijúcich autosedačky, inžinierov lietadiel, pracovníkov s potravinami a pracovníkov pri montáži malých častí – komponentov. **Na Slovensku popísali profesionálne ochorenie SKT ako prví autori Buchancová et al. v profesiách rytec kovu, zámočník, zavrtávač, strihač skla, šička, zubná laborantka, tesár.** V súčasnosti môžeme hovoriť o rovnakých profesiách, avšak postupom rokov pribúda počet ochorení u montážnych pracovníkov pri výrobe komponentov v automobilovom priemysle.

Pri priznávaní SKT ako CHzP sa musí jednoznačne potvrdiť, že je ochorenie dominantne zapríčinené faktormi práce. Riziko vzniku profesionálneho SKT zreteľne stúpa, ak sú prítomné viaceré kombinácie faktorov práce a pracovného prostredia. Nárast rizika je známy už pri kombinácii dvoch týchto faktorov. Prehľad profesionálnych rizikových faktorov významných pri vzniku SKT uvádzame prehľadne v tabuľke 8.

V slovenskej literatúre popísali profesionálne ochorenie z DNJZk (SKT) ako prví Buchancová et al..

Tabuľka 8 Profesionálne faktory SKT

Repetitívna činnosť <ul style="list-style-type: none">• ak jeden cyklus pohybu trvá menej ako 30 sek., alebo• ak sa viac ako 50 % času vykonáva rovnaký druh pohybu	nedostatok času na zotavenie/reštitúciu práca na montážnych linkách
Zvýšené svalové napätie <ul style="list-style-type: none">• nepretržité namáhanie rovnakých svalových skupín• silný úchop	rýchly nástup svalovej únavy, klesanie krvného zásobovania
Vynaloženie svalovej sily <ul style="list-style-type: none">• >1 kgf (kilogram sily)• % Fmax	klesanie krvného zásobovania, rýchly nástup svalovej únavy
Nepriaznivé pracovné polohy rúk <ul style="list-style-type: none">• viac ako 70° flexia, extenzia, ulnárna deviácia	nárast a zvýšenie statickej námahy a útlaku
Mechanický tlak <ul style="list-style-type: none">• používanie nástrojov a pomôcok	kompresívna ischémia, prekážka vedenia v nervoch

Nedostatok odpočinku/organizácia práce <ul style="list-style-type: none"> • vysoké nároky práce • práca bez rotácie • normovaná práca • dlhé pracovné zmeny, nadčasy 	zvýšené riziko poškodenie mäkkých štruktúr
Vibrácie <ul style="list-style-type: none"> • tzv. toxický vibračný reflex 	spazmus ciev, poškodenie nervových vlákien
Expozícia nadmernému chladu a vlhkosti <ul style="list-style-type: none"> • celkovo/miestne 	pokles cirkulácie v prstoch, pokles taktilnej citlivosti
Olovo a iné kovy <ul style="list-style-type: none"> • riziková trvalá expozícia 	obojsstranné spomalenie rýchlosti vedenia <i>n. medianus</i>
Organické rozpúšťadlá <ul style="list-style-type: none"> • riziková trvalá expozícia (toulénové deriváty) 	potláčanie aktivity myelínových vlákien v periférnom nervovom systéme
Psychosociálne faktory <ul style="list-style-type: none"> • nespokojnosť v práci 	zvýšený výskyt SKT
Trvanie expozície <ul style="list-style-type: none"> • týždne až roky 	riziko u nezpracovaných pracovníkov

Medzi fyzikálne faktory, ktoré súvisia so vznikom profesionálneho SKT patria: repetitívne pohyby, sila, polohy, vonkajší tlak a vibrácie. **Opakovanie vo vysokej frekvencii** sa považuje za mimoriadne dôležitý rizikový faktor pre profesionálny SKT. V epidemiologických štúdiách je vysoké opakovanie definované podľa frekvencie úlohy alebo percentuálneho podielu času stráveného pri opakovanej práci. Vysoko sa opakujúca práca je definovaná ako práca, ktorá zahŕňa opakované použitie pohybov zápästia trvajúcich menej ako 30 sekúnd alebo, keď je viac ako 50 % pracovného času stráveného vykonávaním rovnakých pracovných úloh, ktoré zahŕňajú repetitívne pohyby zápästia.

Význam pracovnej rotácie je veľmi dôležitý. Z hľadiska prevencie a kontroly muskuloskeletálnych ochorení je **rotácia** definovaná ako **stratégia slúžiaca na striedanie pracovníkov medzi pracovnými operáciami** s rôznou expozíciou za účelom zabránenia špecifickému preťaženiu časti tela. Príkladom môže byť monotónna práca s vysokou frekvenciou pohybov rúk a predlaktia. Na druhej strane aplikovanie rotácie pri práci si vyžaduje dôsledné zapracovanie/tréning pracovníkov na všetkých pracovných operáciách, strojoch a zariadeniach, na ktorých bude pracovník svoju činnosť vykonávať. Ďalším dôležitým aspektom je správne naplánovanie a načasovanie rotácie v závislosti od druhu vykonávanej práce. **Ideálna zmena pracovnej činnosti pred zapracovaním pracovníka je po 2 hod. a po zapracovaní po 1,5 hod..**

b) Nefesionálne rizikové faktory

Medzi nefesionálne rizikové faktory patria:

- pohlavie,
- vek,
- antropometrické ukazovatele,
- arteriálna hypertenzia,
- diabetes mellitus,
- hypotyreóza,
- fajčenie,
- poúrazové stavy,
- vrodené abnormality.

Pohlavie

Rozdiely medzi mužmi a ženami sa môžu líšiť v závislosti od charakteru práce vykonávanej počas života, a tiež menopauza žien môže zohrávať významnú úlohu. Na druhej strane môže dôležitú úlohu zohrávať aj ženský reprodukčný hormonálny profil v priebehu menštruačného cyklu, ktorý má významný vplyv na termoregulačnú a objemovú regulačnú fyziológiu. Ďalším vysvetlením je aj fakt, že u žien dochádza k častejšiemu prerušovaniu pracovného cyklu (napríklad materská/rodičovská dovolenka), kedy dochádza k riziku nezapracovanosti a následnému vyššiemu riziku vzniku SKT.



Pre luteálnu fázu sú charakteristické hlavne vysoké koncentrácie estrogénu a progesterónu. Obidva tieto hormóny sú spojené s rozdielmi v regulácii telesných tekutín a môžu mať vplyv na hydratáciu a rovnováhu telesných tekutín. Hormonálne výkyvy, hromadenie tekutín so sklonom k opuchom a precitlivosť nervov sú faktory, ktoré predisponujú ženy k rozvoju symptómov SKT.

Ako vyplýva z tabuľky 9, v posledných 6-tich rokoch sú viac postihnuté ochorením z DNJZk, predovšetkým dg. SKT, ženy.

Tabuľka 9 SKT za roky 2016-2021 (NCZI, 2017-2022)

Rok	Spolu	Muži	Ženy
2016	75	27	48
2017	72	31	41
2018	59	18	41
2019	59	14	45
2020	60	21	39
2021	76	31	45

Vek

SKT je označovaná ako diagnóza stredného veku, ktorá sa rovnako u mužov a žien najčastejšie vyskytuje **v piatom decéniu**. Vek je vo všeobecnosti považovaný za rizikový faktor pri rozvoji a vzniku SKT.

Antropometrické ukazovatele

Vzťah medzi obezitou ($BMI \geq 30$) a SKT sa dá vysvetliť viacerými spôsobmi. A to ako nahromadením tukových tkanív vo vnútri karpálneho tunela alebo zvýšením hydrostatického tlaku cez tento kanál, čo vyvoláva kompresný účinok na mediálny nerv.

Zvyšujúce sa BMI je výrazným rizikovým faktorom SKT. Nadváha zvyšuje riziko vzniku SKT 1,5-krát a obezita až 2-krát. Na druhej strane je ochorenie často sprevádzané bolesťou a symptómami, ktoré môžu viesť k obmedzenej mobilite pacienta. Tieto faktory sa môžu taktiež považovať za potenciálne príčiny nadváhy a obezity u pacientov s SKT. Poznatky o iných antropometrických ukazovateľoch ako možných faktoroch vzniku SKT nie sú v literatúre popisované. Je možný kauzálny vzťah medzi obvodom pásu a SKT.

Posttraumatické zmeny a liečba arteriálnej hypertenzie

SKT môže byť výsledkom akéhokoľvek faktora vedúceho k deformácii veľkosti karpálneho tunela alebo jeho opuchu napr. pri posttraumatických a genetických poruchách. Jedným z pravdepodobných dôvodov je, že mediálny nerv môže byť poškodený priamym mechanickým tlakom a/alebo jeho funkcia môže byť narušená tlakom na žilový systém, opuchom, zriedka zhoršením prietokov v artériách rôznej genézy. Ďalším vysvetlením je, že niektoré lieky, vrátane statínov a fibrátov, ktoré sa používajú pri liečbe arteriálnej hypertenzie, spôsobujú periférnu neuropatiu. Odhaduje sa, že užívatelia liekov slúžiacich na zníženie lipidov majú 1,3-násobne zvýšené riziko rozvoja periférnej neuropatie, ktorou je aj SKT.

Diabetes mellitus

Nežiaduce účinky DM na periférne nervy boli rozsiahlo študované, ale mechanizmus, akým DM môže zvýšiť riziko SKT nie je stále jasný. Periférna neuropatia je typickou komplikáciou DM. U pacientov s DM, ktorí neboli vystavení nervovej kompresii, sa zistilo zníženie myelinizovaných nervových vlákien a hustoty kapilár v endoneuriu. Nízka hustota axónov môže viesť k periférnej neuropatii. Navyše, u pacientov s DM môžu pokročilé konečné glykačné produkty zvýšiť produkciu cirkulujúcich zápalových cytokínov a vaskulárneho endoteliálneho rastového faktora, čo môže spôsobiť narušenú mikrovaskulárnu cirkuláciu a viesť k demyelinizácii a axonálnej degenerácii mediálneho nervu.



Autori Pandey et al. prostredníctvom meta-analýzy potvrdili, že DM 1. a 2. typu je rizikovým faktorom SKT. Autori zistili, že ochorenia horných končatín boli prítomné u 2/3 pacientov s DM typu 2 a prevalencia týchto ochorení sa zvyšovala s dĺžkou trvania DM. Iní autori popisujú vyšší výskyt SKT u pacientov s DM (17,5 %) ako u pacientov bez tohto ochorenia (12,3 %).

Hypotyreóza

Ide o ochorenie, ktoré patrí do skupiny ochorení endokrinného systému, kedy štítna žľaza neprodukuje dostatočné množstvo hormónov a tak klesá ich hladina.



Pri hypotyreóze dochádza ku zmnoženiu proteoglykanov a glykozamínoglykanov, ktoré viažu na seba vodu. Ukladajú sa v štruktúrach kolagénneho väziva rôznych oblastí, môžu zužovať aj karpálny kanál. V súbore 128 pacientov s hypotyreózou bol zistený výskyt SKT u 8,5 % pacientov, v kontrolnej skupine osôb bol výskyt nižší, u 5,8 % osôb.

Fajčenie

Doterajšie zistenia o úlohe fajčenia pri vzniku SKT sú veľmi nejednotné. Všeobecne existuje vzťah medzi fajčením a arteriálnou hypertenziou, ako aj medzi fajčením cigariet a pitím alkoholu. V prípade možného spojenia medzi fajčením a SKT môže fajčenie zhoršiť vaskulárne zásobovanie mediálneho nervu, a tým môže zvýšiť citlivosť nervovej záťaže. Predĺžená tkanivová ischémia môže viesť k degenerácii a fibróze mediálneho nervu. Fajčenie môže spôsobiť periférnu neuropatiu prostredníctvom toxických účinkov, alebo môže zhoršiť zotavenie po zranení mediálneho nervu.



Zhrnutie kapitoly

Únava je reakcia organizmu na dlhotrvajúcu záťaž. Fyziologická únava je sprievodným javom každej dlhšie trvajúcej záťaže. Patologická únava môže byť akútna následkom intenzívnej práce vedúcej k vyčerpaniu energetických rezerv, alebo chronická prejavujúca sa poklesom výkonnosti a zmenami somatickými aj psychickými. Akútna patologická únava predstavuje vážne ohrozenie zdravia a vyžaduje akútnu lekársku starostlivosť. Dlhodobé zvyšované napätie a nevhodné pracovné polohy môžu viesť k preťažovaniu svalových úponov, čo vedie k vzniku ochorení z DNJZk. Hlavné rizikové faktory môžeme rozdeliť na profesionálne a neprofesionálne. Najčastejšie vyskytujúce sa ochorenie z DNJZk je jednoznačne SKT, ktorý sa v súčasnosti vyskytuje o niečo častejšie u ženského pohlavia. Jedná sa o multifaktoriálne ochorenie, a z tohto dôvodu nemôžeme hovoriť len o jednom príčinnom faktore.



Kontrolné otázky:

- 1) Aké druhy únavy poznáte?
- 2) Aké sú príznaky fyziologickej únavy?
- 3) Aká je príčina patologickej únavy?
- 4) Aké ochorenia z DNJZk poznáme?
- 5) Uveďte patogenézu tohto ochorenia.
- 6) Čo zaraďujeme medzi hlavné profesionálne faktory vzniku SKT?



Zoznam použitej a odporúčanej literatúry:

1. BUCHANCOVÁ, J. 2000. *Výskyt, etiopatogenéza a klinika syndrómu karpálneho tunela z pohľadu pracovného lekárstva*. In: *Medicínsky monitor*. 6:12-16. ISSN 1335-0951.
2. BUCHANCOVÁ, J. et al. 2003. *Pracovné lekárstvo a toxikológia*. Martin: Osveta. 1132 s. ISBN 80-806-311-31.

3. BUCHANCOVÁ, J., KLIMENTOVÁ, G., GÁLL, J., DROBNÝ, M., ADAMKOV, J. 1982. *K problematike ochorení z dlhého, nadmerného a jednostranného zaťaženie končatín*. In: *Bratisl. lek. listy*. 77(6): 641-768.
4. DAHLIN, LB., SANDEN, H., DAHLIN, E., ZIMMERMAN, M., THOMSEN, N., BJORKMAN, A. 2014. *Low myelinated nerve-fibre density may lead to symptoms associated with nerve entrapment in vibration-induced neuropathy*. In: *J Occup MedToxicol*. 9(1):7.
5. DALE, AM., HARRIS-ADAMSON, C., REMPEL, D., et al. 2013. *Prevalence and incidence of carpal tunnel syndrome in US working populations: pooled analysis of six prospective studies*. In: *Scand J Work Environ Health*. 39:495-505. <https://doi.org/10.5271/sjweh.335>.
6. DIECK, GS., KELSEY, JL. 1985. *An epidemiologic study of the CTS in an adult female population*. In: *Prev Med*. 14(1):63–69.
7. DORWART, B. 1984. *Carpal tunnel syndrome: a review*. In: *Semin Arthritis Rheum*. 14(2):134-140. doi: 10.1016/0049-0172(84)90003-9.
8. ERICKSON, M., et al. 2019. *Hand pain and sensory deficits: Carpal tunnel syndrome*. In: *J Orthop Sports Phys Ther*. 49(5). doi: 10.2519/jospt.2019.0301.
9. FERRY, S., HANNAFORD, P., WARSKYJ, M., LEWIS, M., CROFT, P. 2000. *Carpal tunnel syndrome: A nested case-control study of risk factors in women*. In: *Am J Epidemiol*. 151(6):566-574. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a010244.
10. FRONTERA, WR., SILVER, JK., RIZZO, TD. 2020. *Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation: Musculoskeletal Disorders, Pain, and Rehabilitation*. 4th edition. 990 s. ISBN 978-0-323-54947-9.
11. GUAN, W., LAO, J., GU, Y., ZHAO, X., RUI, J., GAO, K. 2018. *Case-control study on individual risk factors of carpal tunnel syndrome*. In: *Experimental and Therapeutic Medicine*. 15(3):2761-2766. ISSN:1792-1015.
12. JASON L.A, EVANS M., BROWN M., PORTER N. *What is fatigue? Pathological and nonpathological fatigue*. PM R. 2010;2(5):327-331. doi:10.1016/j.pmrj.2010.03.028
13. JIRÁK, Z., BUŽGA, M., PEKTOR, R. *Fyziologie práce*. Ostrava: X-MEDIA servis, 2014. 110 s. ISBN 978-80-7464-579-2.
14. KAPANDJI, I.A. *The physiology of the joints*. Edinburgh: Churchill Livingstone. 1987. 978-81-312-2101-3.

15. KURČA, E. 2009. *Syndróm karpálneho tunela*. In: *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 72 (105/6): 499-510.
16. LEGÁTH, Ľ., BUCHANCOVÁ, J., et al. 2020. *Pracovné lekárstvo: Vybrané kapitoly I.* Osveta. 292s. ISBN 9788080634933.
17. MARY EGBERT. 2022. Get a Grip! 5 Hand Exercises for Spinners. Dostupné online: <https://spinoffmagazine.com/get-a-grip-5-hand-exercises-for-spinners/>
18. PANDEY, A., USMAN, K., REDDY, H., GUTCH, M., JAIN, N., QIDWAI, SA. 2013. *Prevalence of hand disorders in type 2 diabetes mellitus and its correlation with microvascular complications*. In: *Ann Med Health Sci Res*. 3(3):349-54.
19. ROSENSTOCK, L., CULLEN, M. R., BRODKIN, C. A., REDLICH, C. A. 2005. *Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine*. Elsevier. 1285 s. ISBN 0 7216 8974 4.
20. SHERMAN, BM., KORENMAN, SG. 1975. *Hormonal characteristics of the human menstrual cycle throughout reproductive life*. In: *J Clin Invest*. 55(4):699-706.
21. ŠVESTKA, B. et al. *Pracovní lékařství*. Praha: Avicenum, 1987. 214 s.
22. ULBRICHTOVÁ, R., JAKUŠOVÁ, V., OSINA, O., ZIBOLENOVÁ, J., KUKA, S., HUDEČKOVÁ, H. 2020. *Association of the role of personal variables and nonoccupational risk factors for work-related carpal tunnel syndrome*. In: *Cent Eur J Public Health*. 28(4):274-278. DOI: 10.21101/cejph.a6109.
23. Zákon č. 461/2003 Z. z. o sociálnom poistení.
24. <https://www.mskunratice.cz/file.php?nid=17697&oid=7888175>