



FYZIOLOGIE PRÁCE

MUDr. Jana Matějková

FYZIOLOGIE PRÁCE

Základní pojmy

Zátěž je určité zadání, které je vyžadováno od jedince, a to zevními vlivy v nejširším slova smyslu; je tedy na jedinci nezávislá.

Zátěž je fyzická či psychická.

Výkonnost je schopnost jedince danou úlohu splnit. Záleží na trénovanosti, vytrvalosti a samozřejmě zdravotním stavu. Je ovlivněna i zevními podmínkami.

Únava je proces, při němž se snižuje výkonnost a je obvykle rovněž subjektivně pociťována. Podobně jako zátěž je fyzická (svalová) a psychická, obvyklá je však jejich kombinace. Únava ve svaích je dána nahromaděním některých zplodin, zejm. jejich okyselením mléčnou kyselinou. Svaly mohou bolet, zhoršuje se jejich aktivita. Rovněž může být oslaben nervosvalový přenos. Při psychické únavě bývá útlum myšlení a rozhodování, může být předrážděnost, emoční nerovnováha.

FYZIOLOGIE PRÁCE

Zotavení nastává po odpočinku, dochází k úpravám dějů a postupně se obnovuje výkonnost. Délka zotavení závisí na délce zátěže a únavě.

Vyčerpání je stav, kdy nedošlo k dostatečnému zotavení a trvá zátěž. V těžkých případech může dojít k závažnému oslabení funkcí organismu, silné svalové únavě, poruše volních vlastností a motivace.

Práce dynamická je prací ve fyzikálním smyslu, je viditelná ve svých výsledcích, má charakter vyvinutí síly po dobu určité dráhy (např. přemístování předmětů). Svaly vykonávají izotonickou práci, ale mění se jejich délka (tj. zkracují se, vykonávají pohyb).

Statická práce je udržovací, není zjevně patrná, svaly vykonávají práci izometrickou (jejich stah není patrný). Statickou prací je např. držení (těžšího) předmětu. Únava může nastat rychleji, protože vysoké napětí ve svalu ztěžuje jejich krevní zásobení.

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Organismus musí dodat pracujícím svalům dostatek energie, tj. kyslíku a živin, a být schopen odvádět zplodiny metabolismu a teplo, které činností vzniká.

To vše klade na lidské tělo zvýšené nároky, které mohou prověřit mnoho jeho funkcí a zdravotní stav.

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Dýchací systém

Spotřeba kyslíku při fyzické zátěži

Spotřeba kyslíku stoupá, pracující svaly potřebují více kyslíku. Existuje určitá maximální spotřeba kyslíku (v litrech za minutu), kterou organismus může získat a využít. Tato hodnota označovaná $\dot{V}O_{max}$ je určitým výrazem výkonnosti a zdatnosti organismu, proto má význam např. v tělovýchově, ale také např. v kardiologii, kdy je možné zhodnotit výkon člověka např. po srdečním infarktu.

Z normální klidové spotřeby cca 250 ml kyslíku za minutu může stoupnout až $10\times$ (2,5 až 3 litry za minutu), nicméně např. práce vyžadující 70% této maximální hodnoty je velmi těžká.

K dodání kyslíku je nutné zrychlit a prohloubit dýchání, zrychlit krevní oběh a zároveň si tkáně zvyšují extrakci kyslíku z hemoglobinu (vlivem vyšší teploty, okyselení a vyššího množství CO_2).

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Tvorba oxidu uhličitého

Intenzivně pracující svaly vytvářejí rovněž oxid uhličitý. Ten musí být vydýchán. Je proto stimulováno dýchání – hyperventilace.

Změny dýchání a krevních plynů

Dýchání se prohlubuje a zrychluje. Tato hyperventilace odvádí nadbytek oxidu uhličitého, jehož množství může v krvi dokonce klesnout (hypokapnie). Množství kyslíku v arteriální krvi se podstatněji nemění.

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Kyslíkový dluh

Kyslíkový dluh je množství kyslíku, které chybí v organismu po zahájení fyzické aktivity. Vzniká v důsledku toho, že fyzická aktivita okamžitě zvyšuje požadavky na energii, ale zvýšení přívodu kyslíku trvá několik minut (musí se zvýšit ventilace, prokrvení apod.). Pracující svaly tedy čerpají kyslík ze zásob a zvyšují její extrakci z krve, a zároveň pracují v anaerobním metabolismu. Ten je méně energeticky účinný a vede k vzniku laktátu (mléčné kyseliny) a tudíž k okyselení vnitřního prostředí (metabolické acidóze). Je-li aktivita přiměřená, dojde k nastolení nové rovnováhy, kyslíkový dluh se dále nezvyšuje; naopak při velmi namáhavém výkonu kyslíkový dluh postupně narůstá, což samozřejmě vede k postupnému nástupu únavy i poklesu výkonnosti.

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Po skončení aktivity přetrvává zvýšené dýchání i zrychlení krevního oběhu, což v určitém časovém úseku vede k vyrovnání kyslíkového dluhu (např. po běhu ještě určitý čas zrychleně dýcháme a buší nám srdce, což kyslík postupně doplní). Mléčná kyselina se dále metabolizuje a je tak dalším zdrojem energie. Byl-li kyslíkový dluh příliš velký, trvá toto období déle a delší je rovněž zotavení.

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Oběhový systém

Oběhový systém musí přivádět kyslík, živiny, odvádět zplodiny a teplo. Dochází k podstatnému **zvýšení srdečního výdeje** (z 5 litrů za minutu až na 20 litrů při velké zátěži). K tomu dochází **zrychlením srdeční frekvence** z 60 na více než 100 až 150/min; záleží na trénovanosti a výkonnosti oběhového systému.

Zvyšuje se žilní návrat.

Zvyšuje se stažlivost srdce (kontraktilita).

Cévy reagují vazodilatací v oblasti svalů, kůže (odvádění tepla), naopak prokrvení útroob může spíše klesat.

Tlak krve se rovněž mění. Systolický tlak stoupá, diastolický tlak je více stabilní, popř. může klesnout díky vazodilataci cév – více se prokrvují svaly a kůže.

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Svaly

Ve svalech se zvýší prokrvení a je zvýšeno uvolňování (extrakce) kyslíku z hemoglobinu. Vzniká zde značné množství tepla. Je-li relativní nedostatek kyslíku, svaly pracují na kyslíkový dluh, což může vést k jejich únavě.

Nicméně dlouhodobý výkon vyžaduje aerobní metabolismus, který je mnohem účinnější. Je to typická např. pro stabilizaci výkonu – po začátku práce únava vymizí a výkonnost se zvýší a stabilizuje.

Dalším faktorem je přívod živin a využívání vlastních zásob, tj. svalového glykogenu (zásobního sacharidu).

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Kůže a termoregulace

V kůži dochází rovněž k vazodilataci, která umožňuje výdej tepla, které při každé fyzické práci vzniká. Hlavním mechanismem je pocení a ochlazování vypařováním tekutiny. Produkce potu stoupá až na 1 litr za hodinu a nejsou-li voda a minerály hrazeny, dochází k jejich ztrátám, což má negativní vliv na činnost ledvin a zejm. stav krevního oběhu.

Pokud je tepelná zátěž trvalá, může dojít k únavě potních žláz, tvorba potu klesá a vznikající teplo vede k přehřátí organismu (hypetermii) se závažnými důsledky.

Pro odvod tepla jsou kromě činnosti cév v kůži a pocení důležité zevní podmínky – okolní teplota, proudění vzduchu, okolní vlhkost a oblečení.

REAKCE ORGANISMU NA ZÁTĚŽ

Metabolismus

Dochází k mobilizaci energeticky bohatých látek, štěpení zejména glykogenu (zásobního cukru) a zvyšování glykémie. Při vyčerpání může naopak dojít k poklesu koncentrace cukru v krvi. Je-li třeba, štěpí se rovněž tuky a stoupá množství volných mastných kyselin v krvi.

Nervové a endokrinní změny

Uvedené změny jsou provázeny a částečně i regulovány nervovým a endokrinním systémem. Je zejm. aktivován **sympatoadrenální systém**, tj. sympatický nervový systém a dřeň nadledvin. Zvyšuje srdeční činnost, srdeční stažlivost i frekvenci, štěpí metabolity, rozšiřuje průdušky, stimuluje psychické funkce, bdělost.

Z hormonálních změn je aktivována i **kůra nadledvin**. Zvyšuje se vylučování regulačního ACTH z adenohypofýzy a následně se z ledvin vyplavuje více glukokortikoidů. Ty zvyšují tvorbu glukózy, podporují funkci sympatiku a zvyšují odolnost ke stresu. Dlouhodobě však jejich zvýšení může mít negativní účinky.