

Přístroje pro zátěž v laboratoři: ergometr, běhátko, handgrip (ruční dynamometr)

Jiří Radvanský , Klinika tělových. lékařství UK - 2.LF

1) ERGOMETR ELEKTRONICKY ŘÍZENÝ NEZÁVISLE NA OTÁČKÁCH (cena od 35 000 do 250 000 Kč , často zcela nezávislá na kvalitě stroje)

Výhody proti běhátku:

- + Menší, tišší, levnější než běhátko.
- + Snadno dávkovatelná zátěž , ve Watech na kg hmotnosti [W/kg]. + Hmotnost pacienta je nesena sedlem , zátěž šetří nosné klouby dolních končetin.
- + Spotřeba kyslíku na submaximální zátěži je málo závislá na pohlaví a technice šlapání .
- + S výjimkou zcela kachektických a těžce obézních platí, že na každý jeden Watt na kg hmotnosti pacienta spotřebováváme všichni mezi 10,8 a 12.3 ml kyslíku na kilogram hmotnosti za minutu (platí až do až do intenzity stresového prahu).

Nevýhody

- maximální tepovou frekvenci na něm dosáhneme v průměru o 10 tepů/min nižší než na běhátku. Totéž platí o max. spotřebě kyslíku.

(Vysvětluje se to nižším počtem zapojených svalových skupin; asi to není celá pravda , při plavání je zapojeno svalových skupin více než při běhu a maximální tepová frekvence je přesto ještě nižší než na ergometru.)

- závěry učiněné na ergometru se obtížně přenášejí do sportovních aktivit výkonnostních sportovců

Kvalitní ergometr "umí" :

* **měnit intenzitu brždění podle momentální rychlosti šlapání.** Pod pojmem "elektronicky řízený, nezávislý na otáčkách" se rozumí: elektronika neustále sleduje okamžité otáčky pedálů a podle toho mění odpor šlapání (krouticí moment) tak aby součin počet otáček x odpor na jednu otáčku dal výslednou zátěž předem nastavenou. Zdánlivě jednoduchá regulace má řadu úskalí:

- Okamžitými otáčkami se u každé firmy myslí průměr z jiného počtu otáček. Je-li průměr počítán z příliš mnoha otáček, neudrží systém dostatečně přesně nastavenou zátěž. Je-li průměr počítán z příliš málo otáček, snaží se regulace měnit kroutící moment příliš často a ve velkém rozsahu - výsledkem je nepříjemný subjektivní pocit nestabilního odporu proti kterému pacient šlape. Subjektivní pocity ze šlapání lze vylepšit a nároky na elektronickou regulaci snížit velmi masivním setrvačником ergometru (tak se tu řeší například u spinningových ergometrů ve fitnesscentrech). Rozjetí takového ergometru ale potom vyžaduje krátkodobě podstatně vyšší zátěž, než by odpovídalo nastaveným Wattům. Potíže budou mít zejména děti a staří lidé.

- Elektronický regulátor je schopen pracovat většinou jen v omezeném rozsahu otáček. Při překročení tohoto rozsahu není udržena nastavená intenzita zátěže

* **lze mu ručně i počítačem nastavovat zátěž nejméně po 10 W**, pro zátěže u dětí raději ještě po 5 W

* **maximální zátěž lze nastavit alespoň 350 - 400 W**, pro závodní sportovce více: **600 W – 900W (ale takový ergometr nebude dost přesný pro zatěžování malých dětí).**

* celý ergometr **lze přizpůsobit alespoň na 3 místech velikosti a somatotypu pacienta.** (Optimálně: tvar sedla, výška sedla, sklon sedla, výška řídítek, sklon řídítek, poloměr šlapání, horizontální vzdálenost osy sedla a osy řídítek ..odpovídá "délce rámu", úhel pohledu na otáčkoměr)

* **být řízen ručně i počítačem.** Počítačové nastavování zátěže programem bez možnosti ručního vstupu (nebo alespoň vstupu do programu) je těžkou vadou systému. Pouze ruční řízení zatěžuje obsluhu při kontinuálně zvyšované zátěži.

* **nastavení ergometru pro speciální polohy a situace:** úprava pro rumpálování, úprava pro zátěž vleže pro zátěžové ECHO, extrémní zmenšení a nasazení menších šlapek pro předškolní dítě a další.

* pro dlouhodobé zátěže máte k dispozici **více typů** měkkých, rychle vyměnitelných a dobře nastavitelných **sedel** (nevyhovující sedlo ...častý problém u obézních žen)

PRAKTICKÉ POZNÁMKY

1) Ergometr se má dát kalibrovat 1x za rok. Nemáte - li na to peníze, lze alespoň zkontrolovat u bohatějších sousedů, zda na stejné zátěži na jeho dobře zkalibrovaném ergometru máte stejně tepů jako na vašem ergometru (tzv. biologická kalibrace). Biologickou kalibraci může

provádět klidná osoba, zdravá, bez farmakoterapie ovlivňující vegetativní nervový systém, v předcházejících dvou dnech nesmí mít v anamnéze těžkou zátěž ani exces jakéhokoli druhu. Nestihnete-li zátěž na obou ergometrech ve stejný den, provádějte ji alespoň ve stejné denní době. Snažte se o co možná nejpodobnější prostředí v obou laboratořích (teplota, vlhkost, klidné prostředí, případně se sluchátky s hudbou na uších).

Použijte několik intenzit zátěže : velmi lehkou, lehkou a střední - u průměrně zdatného tedy 1, 1.5 a 2 W/kg, měřte si tep čtvrtou minutu zátěže. Dodržujte pečlivě konstantní otáčky šlapání, nejlépe 70/min.

2) Každý ergometr má v technickém manuálu napsáno, v jakém rozsahu otáček platí nastavené Watty. Na otáčkách netrvejte, jen v případě extrémů se snažte přimět pacienta k otáčkám v mezích regulace. Na vyšších zátěžích pacienta instruujte asi takto " to kolo má přehazovačku - čím pojedete rychleji, tím půjde lehčeji, ale nad 80 otáček za minutu vám to nedoporučuji, to byste asi nevydržel dost dlouho". Pamatujte, že sportovní cyklisté volí v laboratoři většinou vyšší otáčky než jiní pacienti - tolerujte jim to, pokud to technické parametry vašeho ergometru dovolí.

3) Pokud se zabýváte vrcholovými sportovci, ověřte si u nezávislého zdroje a ne pouze v manuálu od výrobce, že vyšší intenzity zátěže nespálí elektroniku po několika minutách šlapání. Potíže začínají obvykle na 500 W a více - tyto hodnoty u běžné populace nepotřebujeme, a jestliže ano, pak po desítky sekund. Proto je řada výrobců uvádí v návodu jako běžně nastavitelné. Dvoumetrový závodní cyklista pak způsobí, že z řídicí elektroniky šlehají po pěti minutách plameny...

4) Čím víc zabudovaných funkcí má ergometr, tím pečlivěji važte jeho koupi. Zabudované počítače, tiskárny, tonometry... atd. zaplatíte , ale jejich funkce už většinou nezměníte. Má - li ergometr možnost standardní komunikace s počítačem, dodělá vám vše potřebné schopný programátor za několik hodin až dní práce.

ERGOMETR S MOŽNOSTÍ ÚPRAVY NA RUMPÁL

(cena úpravy řádově 10 000 Kč k ceně ergometru ale řada strojů to svou konstrukcí neumožňuje)

Rumpálový ergometr se používá u pacientů, kteří nemohou šlapat, případně jako doplněk zátěže při ergometrii pro zatížení více svalových skupin (ergometr + rumpál zároveň).

Lze buď užit klasický jednoklikový klikový ergometr (= kolo, ze kterého trčí jediné madlo, které se drží oběma rukama, nejlépe vstoje), nebo dvouklikový rumpálový ergometr, který většinou vytvoříme z běžného ergometru tak, že zvedneme či sklopíme šlapkovou část tak vysoko, aby jimi šlo točit rukama.

PRAKTICKÉ POZNÁMKY

1) intenzita zátěže při rumpálování je subjektivně vnímána jako stejně intenzivní proti šlapání tehdy, když Watty na kg pro šlapání vydělíte dvěma, nebo přesněji indexem 1,8.

(příklad: máte -li při ergometrii na zátěži 1 W/kg 105 tepů za minutu, budete mít při rumpálování 105 tepů - a také obdobný pocit námahy - na zátěži okolo 0.5 W/kg nebo trochu vyšší)

2) u pacientů po amputaci používejte raději pevné křeslo než zabrzděný vozík. Špatná aretace vozíku silně zhoršuje výkonnost pacienta.

3) Modifikace EKG Likar - Mason (= přesun končetinových svodů ke kořenům končetin pro zátěžový test) u těchto pacientů většinou funguje, dáme-li si práci s umístěním končetinových svodů do jugulárních jam a nad třísla.

IZOKINETICKÝ BICYKL

(cena nad Kč 150 000, spíše k 500000 Kč)

Pacientu je definovanou úhlovou rychlostí točeno šlapkami, nebo jej kolo pustí jen do předem určené rychlosti šlapání. Měří se **okamžitá síla** kterou pacient k točení přidá. Používá se k rehabilitaci v ortopedii - můžete spolehlivě nadiktovat sílu jakou se smí dolní končetina zatížit.

2) BĚHÁTKO (cena od 250 000 do 1 000 000 Kč a více)

V USA jednoznačně nejrozšířenější prostředek k zátěžovému testování pacienta. Intenzitu zátěže regulujeme změnou rychlosti běhu, a / nebo zvyšováním sklonu celého běhátko. Pro mladé dospělé je laboratorní zátěž na běhátku nejbližší dynamickému stereotypu na který jsou zvyklí (chůze, běh).

Nejlepší typy jsou s nastavitelným sklonem alespoň do 20 procent, maximální rychlostí nad 20 km /hod a minimem blízkým nule (oceníte při reedukaci chůze po traumatech i jinde). Čím nemocnější pacienti přicházejí do vaší laboratoře, tím víc potřebujete klec nebo stropní kladku a popruhy pro možnost zavěsit pacienta. Nepotřebujete-li pacienta nikdy testovat při

chůzi naboso ani testy předškoláků, pak dejte přednost běhátkům, která nemají plný pás , ale pouze příčné spojky obvodových řetězů ("šprušle"). Běhátka většinou končí svou životnost mají-li prošlapanou desku pod pásem, tu "šprušlové" běhátko vůbec nemá. Zlatým standardem tohoto typu je firma Woodway.

ÚDAJ O INTENZITĚ ZÁTĚŽE NA BĚHÁTKU - tedy to, co bychom měli vždy udávat, hovoříme - li o konkrétní zátěži pacienta:

a) Minimalistický popis : rychlost a sklon běhátka, délka zátěže, vždy zvlášť pro každý stupeň celého zátěžového vyšetření.

b) Maximalistický popis: totéž + frekvence kroků, + zda se držel madel, + délka dolních končetin od trochanteru na podložku, hmotnost, výška pacienta.

PRAKTICKÉ POZNÁMKY :1) Nevěřte příliš oblíbeným rovnicím pro vztah tepové frekvence a spotřeby kyslíku + energetického výdeje k rychlosti běhátka. Tento vztah je velmi choulostivý a závisí na míře zvládnutí pohybu na běhátku, dále na věku, pohlaví, frekvenci kroků , výšce těla - a hlavně na tom, zda se pacient drží postranních madel či nikoliv (držení = tepová frekvence a spotřeba kyslíku nižší než bez držení, nejčastěji okolo 10 -25 procent)

2) Při běhu se elektrody třesou více než na ergometru a bývá tedy horší kvalita EKG záznamu. V takovém případě běžícího pacienta instruuje "držte se madel a běžte". Jestliže ani to nepomůže (a to je časté - držením se sice tolik netřesou kabely, ale do signálu EKG se stejně mísí EMG pracujících fixátorů ramen), je nutné zastavovat běhátko. Zastavíme pás a máme nejdéle 10 (spíš 5) sekund na natočení "pseudozátěžové" křivky . Obdoba platí i pro krevní tlak (běhátko je hlučné, a tak během zátěže obvykle krevní tlak nezměříme). Volíme tak ze dvou kompromisů: špatný záznam EKG a nepřesné až nemožné měření tlaku při kontinuální zátěži, ale dobré stanovení anaerobního prahu a tréninkové frekvence, nebo kvalitní EKG a tlak s obtížně stanovitelným anaerobním prahem.

3) Energetickou účinnost běhu lze podrobněji testovat tak, že měříme spotřebu kyslíku pacienta na běhátku v různých rychlostech a sklonech plus mu na pásek kalhot ve směru proti běhu věšíme lano a přes kladku na lano dáváme různě těžká závaží.

4) Pozor na kardiaky. Podvědomě se nám, ani jemu nechce mačkat nouzové zastavení běhátka. Na ergometru ale klidně přestane šlapat. V USA je zřejmě proto proti Evropě podstatně víc úmrtí i komplikací při ergometrii. (Ergometr je evropská, běhátko americká tradice pro běžné zátěžové testy.)

5) Nelze důsledně vyřešit problém , nakolik máme přidávat zátěž vyšší rychlostí pásu a nakolik zvyšovat sklon. Sklon přidává statickou složku zátěže , rychlost spíše dynamickou. V rychlostech již od 12 km/h výše stoupá prudce četnost pádů u netrénovaných pacientů.

6) Kalibrace rychlosti a sklonu běhátko je jednoduchá: potřebujete krejčovský centimetr k přesnému změření délky pásu a stopky. Z počtu průběhů kousku leukoplastu nalepené na pás za minutu pak spočítáte zda odpovídá udávané rychlosti pásu. K orientačnímu změření správnosti nastaveného sklonu stačí zednická vodováha a úhloměr.

Shrnutí výhod a nevýhod běhátko proti ergometru:

výhody běhátko:

- + velké svalové skupiny pracují
- + nejbližší pohybový stereotyp: chůze, běh. Běhátko je tedy vhodné pro pacienty se zhoršenými nebo dosud nevyvinutými pohybovými stereotypy (děti a starci, pacienti neschopní flexe v kolenou)
- + možnost do jisté míry nezávisle kombinovat statickou složku (sklon běhátko) a dynamickou složku zátěže (rychlost pohybu pásu)

Tato výhoda se v interpretační analýze může snadno stát nevýhodou.

- + výborně využitelné k pórúrazovému nácviku chůze
- má-li vhodné parametry (snadné a pohodlné upoutání pacienta, malou nejnižší rychlost)

nevýhody běhátko:

- cena běhátko (řádově USD 7000 - 70000)
- vyšší výskyt závažných komplikací zátěžového vyšetření u kardiaků
- obtížnější snímání EKG a měření krevního tlaku
- větší prostorové nároky
- většinou i vyšší hlučnost provozu.
- velmi rozdílná mechanická účinnost (a tedy i spotřeba kyslíku) v závislosti na tom, zda se pacient drží madel.
- intenzita zátěže nepřesně dávkovatelná zejména pro nižší intenzity zátěže.

3) DYNAMOMETR

Umožňuje modelaci statické zátěže

a) Dynamometrická měřicí stolice (cena statisíce)

pro měření svalové síly všech svalových skupin

obsahuje: masivní židli , sadu tenzometrů elektricky měřících sílu tahu , končetinové třmeny, počítač, jednoduchý elektromyograf. Lze změřit svalovou sílu téměř všech svalových skupin, ale jen tehdy, dokážete - li vyřadit změny dané polohou těla, dále všechny agonistické a antagonistické svalové skupiny. Toho se dosahuje elektromyografickou kontrolou. Celý systém je tak složitý, že je dnes spíše doménou biomechaniků .

b) **Dynamometr ruční (handgrip)** (cena asi od 1000 Kč u mechanických po desetitisíce za počítačový s pamětí a normami)

Měří sílu stisku ruky. Znamé elipsy měří špičkovou sílu stisku, pro praxi jsou mnohem lepší ty, které měří okamžitou sílu stisku. Toho lze dosáhnout prostou mechanickou úpravou , která pákový mechanismus trvale připevní k elipse.

PRAKTICKÉ POZNÁMKY

1) výdrž neobyčejně záleží na druhu madla, instruktáži , poloze končetiny a na tom, aby během testu pacient ani nepřehmatával, ani nepovoloval stisk. K podivu naše měření ukázala, že s různými typy přístrojů je různá výdrž, ale téměř identický vzestup krevního tlaku těsně před uvolněním stisku.

2) S redukčním ventilkem lze použít jako dynamometr i rtuťový tonometr.

3) Používáme většinou statické kontrakce levé ruky , třetiny nebo poloviny maximální volní kontrakce do vyčerpání