A teljesítmény élettani háttere- Magyar Edzők Társasága Továbbképzése 2018. Február 20. - Dr. Mészárosné dr. Seres Leila

Testnevelési Egyetem, Egészségtudományi és Sportorvosi Tanszék- Előadás vázlat

A sportbeli edzettség élettani szempontból az egyes szervek, szerv rendszerek rendszeresen végzett erőkifejtés hatására kialakuló alkalmazkodását – adaptációját jelenti. Sportágak szerint más-más edzéstípusra van szükség, attól függően, hogy valaki állóképességi sportoló, vagy sprinter, labdajátékos vagy középtávfutó. A sportágak kondícionális képességek szerint, állóképesség, gyorsaság és erő szerint illetve ezek kombinációjával feloszthatóak. A hosszú távú, dinamikus állóképességi terhelést az aerob, míg a rövid távú intenzív terhelés a gyorsaság, a statikus, rezisztencia edzés pedig az erő növelésére alkalmas edzéstípusok.

Az energiaszolgáltatók aránya a terhelés időtartamának és intenzitásának függvényében változik. A nagy intenzitású terhelés csak néhány másodpercig végezhető, míg az alacsony intenzitású terhelés több órán át is fenntartható. A terhelés intenzitás befolyásolja a terhelés időtartamát.

100 m futás időeredménye kb. 10 sec. Ennyi idő alatt az ATP és a kreatinin foszfát raktárak szolgáltatják az energiát a rövid időtartamú, nagy intenzitású terheléshez, kb. 14 sec-ig. Ez az **anaerob alaktacid** energianyerési fázis, O_2 hiányában, de tejsav képződése nélkül.

400 m futás esetén, ami 45 sec idő alatt tehető meg, az ATP, kreatinin foszfát mellett a glukóz lebomlása fog energiát szolgáltatni, tejsav keletkezése mellett. Az **anaerob laktacid** energianyerési fázis a döntő energiaszolgáltató. Ez hosszabb távfutás esetén is epizódikusan megjelenhet, az intenzitás fokozásakor: véghajrában, vagy emelkedőn futáskor.

Hosszan tartó fizikai terheléseknél, csökkenteni kell az intenzitást, hogy fenntarthassuk a munkavégzést. Az energiaszolgáltatók a szénhidrátok, a glikogén glukózon keresztüli lebomlása és a mitokondriumokban az ATP, mint energia egység előállítása. Másrészt a zsírok lebomlása biztosítja az energiát oxigén jelenlétében, de tejsav keletkezése nélkül = ez az aerob energianyerés. Ez az időtartam 2 perctől órákig terjedhet

Energiaszolgáltatók %-os megoszlása az eltérő távú futószámoknál. Az elmúlt évtizedekben megváltozott az álláspont és a rövid illetve közepes távok esetén a magasabb intenzitás és a döntően anaerob energianyerés mellett az aerob anyagcsere nagyobb szerepére is fényt derítettek a sportélettani vizsgálatok. Ez a szemléletváltozás az edzések típusában is változást hozott. Pl. a 400 m-es futás esetén az energiaszolgáltatók aránya: 2006-os adat: 12% az ATP-Kreatin foszfát, 50% Anaerob laktacid, 38% Aerob anyagcsere. (Az 1976-os adatok 27% ATP-Kreatin foszfát, 55% Anaerob laktacid, 18% Aerob anyagcsere).

A szív és keringési rendszer és a légzőrendszer feladatai: Az izomzat számára megfelelő mennyiségű O_2, tápanyagok biztosítása, a CO_2 és anyagcseretermékek eltávolítása, a homeosztázis: hőmérséklet és sav-bázis egyensúly, stb. biztosítása.

A keringési rendszernek meg kell felelnie a működő izmok által támasztott igényeknek, ez limitáló tényező lehet a teljesítőképesség maximumának elérésében.

Kardiorespiratórikus állóképesség mérése: A szív és keringési rendszer valamint, a légző rendszert elemző vizsgálatok az egyén O_2 felvevő és szállító kapacitását mérik, amely biztosítja a mitokondriumokban a sejtlégzést.

Az aerob kapacitás, a VO_2 max az állóképességi teljesítmény meghatározója: A szervezet maximális oxigén felvevő képessége. Ez az érték a maximális terhelés, az ún. vita maxima terhelés során a szervezet által felhasznált oxigén mennyiséget jelenti, egy percre vonatkoztatva. Méréséhez lépcsőzetes tesztre van szükség, optimális 8-12 perc között.

A spirometriával- (a ki- és belélegzett levegő analizálásával) könnyen mérhető a belélegzett és kilélegzett levegő oxigéntartalma, melynek különbsége a test által felhasznált oxigén mennyisége.

A gyakorlatban a relatív VO_2 max értéket használják: Ami az egész testre mért oxigén felhasználást a testsúlykg-ra vonatkoztatva: ml/perc/kg a mértékegysége. Így könnyen összehasonlíthatóvá válnak különböző testméretű egyének is.

- VO_2 max: Férfiak (átlag): 45 ml/perc/kg Nők (átlag): 35ml/perc/kg. Sportolók esetében 60 fölötti értékről beszélünk. A jól edzett, állóképességi sportolók 75-80ml/perc/kg-os értékkel rendelkeznek. Minél magasabb ez az érték, annál több oxigént képesek felhasználni, ezért ez az érték jól mutatja az edzettségük szintjét. Az állóképességi teljesítmény nagymértékben függ a szív-keringési rendszer edzettségétől és az izomzat oxigén ellátottságától.

Néhány sportágban mérhető VO_2 max értékek: függ az életkortól, a nemtől-férfi és női játékosok, az edzettségtől, a terhelési módtól, az edzés intenzitásától. Legmagasabb állóképességi sportolókban, majd labdajátékosokban, súlyemelőkben. Az eddigi legmagasabb VO_2 max értékeket 97,5 ml/perc/kg kerékpáros ill. 96 ml/perc/kg sífutó egyéni értékeként mérték.

A VO_2 max önmagában nem alkalmas az állóképességi teljesítmény előre jelzésére. Az 1500 m-nél hosszabb futóteljesítmény ill. hosszú távú kerékpározás teljesítményének előre jelzésére a laktát küszöb a legjobb módszer, ami tükrözi az egyén steady state intenzitását.

Valamint a laktát küszöb is változik az állóképességi edzéssel, és ez érzékenyebb jelzője az edzés okozta fejlődésnek.

Laktát küszöb: A küszöbök meghatározásának több metódusa is ismert, azonban a régebben használatos "fix küszöb" koncepciókkal (pl. Mader-féle 4 mmol – 1976) szemben manapság csak az "egyéni küszöb" alkalmazásának van létjogosultsága.

Individuális anaerob küszöb Individual Anaerobic Treshold (IAT)– lépcsős terhelés és laktát mérés a lépcsők között.

Laktát szint elemzése vita max terhelés során, emelve az intenzitást: Első töréspont egyenes, kezd megemelkedni - itt lép be az aerob mellett az anaerob energiatermelés is az intenzitás

emelésével. Ez még kevert zóna. Laktát küszöb, amikor meredeken –exponenciálisan emelkedik a vér laktát szint, akkor a döntő az anaerob energiatermelés lesz, a teljesítmény növelésével.

Spirometriával vizsgálható küszöbök: **Ventilációs vagy légzési küszöb**:

Az alacsony intenzitáson az aerob zónában vagyunk, döntően aerob az energiatermelés. Ekkor a percventilláció (VE) párhuzamosan nő az O_2-felvétellel, nem nő a VE/VCO_2 arány, nem csökken a paO_2. A savasodás kezdetétől (anaerob) az 1 liter O_2 felvételéhez szükséges VE meredekebben nő (VE küszöb, görbén törés). Anaerob tartományban nő a végkilégzési O_2 (egyik jele a gazdaságtalanná váló légzésnek).

A német iskola (Wasserman) '60-as években a VE fenti viselkedésének egybeesését találták a laktát-növekedéssel. A tartós munkavégzés határának nevezték, ez az „anaerob küszöb".

- Kitüntetett jelentőségű, mivel az egyénre szabott, legoptimálisabb állóképességi edzésmódszert lehet meghatározni a segítségével.

Mikor érjük el a VO2 max értéket a terhelés során?

- Az oxigénfelvétel a terhelés növekedése ellenére már ne emelkedjen tovább.
- A respirációs kvóciens ($RQ = CO_2/O_2$) érje el az 1,1 vagy annál nagyobb értéket.
- A pulzusszám érje el az életkorból adódóan elvárható maximális értéket (220-életkor).
- A terhelés időtartama optimális 8-12 perc között legyen.

Állóképességi versenyzők és a labdajátékosok: A lassú izomrostokban az oxidatív enzimkapacitás magas. Az aerob kapacitásukat az oxigen kínálat limitálja, ami nagymértékben függ a szív edzettségi állapotától, elsősorban a bal kamra hipertrófiájától

A sprinterekben és az erősportolókban az izomban a gyors rostok aránya magasabb. Az oxidatív kapacitás alacsony, a teljesítményt a periféria limitálja.

A VO_2 max kiszámolása: VO_2 max= CO x AV O_2 diff

A maximális oxigén felvétel rendszeres edzésre bekövetkező növekedésének fele a perctérfogat (CO Cardiac output) növekedéséből, másik fele az artériovenózus AV O_2 különbség növekedéséből ered.

Perctérfogat- Cardiac output (CO)

CO = SV x HR SV: verőtérfogat HR: szívfrekvencia

Sportolók: EDZETT SZÍV: Nyugalmi HR alacsonyabb, jobb diasztolés telődés, bal kamrai falvastagság nagyobb

Pulzustartalék - Heart rate reserve: A nyugalmi pulzus és a maximális pulzus közötti különbség, ami rendszeres edzés hatására megnő, mivel csökken a nyugalmi pulzus. Karvonen-index= Cél HR

%VO_2max= nyugalmi HR + (max. HR-nyugalmi HR) x Intenzitás%

Pulzusvolumen (verőtérfogat)

Stroke volume SV = Bal kamra végdiasztolés térfogat - végszisztolés térfogat

A szív munkája – Frank Starling törvény: A szív a fokozott vénás beáramlás (preload) mellett, vagy nagyobb perifériás ellenállás, magasabb vérnyomás (afterload) mellett biztosítja a megfelelő perctérfogatot. Nő a szív kontrakciós ereje. A verőtérfogat arányos a szív bal kamra végdisztolás telődés mértékével. A szusztolés összehúzódás ereje a diasztolés megnyúlás függvénye.

Aerob kapacitást limitáló tényezők: Az O_2 felvétel centrális és perifériás faktoroktól függ. A VO_2 max: Elsősorban a centrális faktorok határozzák meg, A VO_2 max növekedés (10-20%): a perctérfogattal korrelál

Aerob kapacitást elsősorban limitálják a perifériás faktorok: az izomrostokban a mitokondriális enzimaktivitással, izom kapilláris denzitással korrelál.

Nagyon fontos a perifériás és centrális faktorok együttes fejlesztése!

Edzés a centrális faktorok fejlesztésére:

- Keringő vérmennyiség növelése (plazma + vörösvértest térfogat)
- Pulzusvolumen/perctérfogat növelése
- A szívüregek növekedése: bal kamrai végdiasztolés átmérő
- A falvastagság növekedésének ingere: A preload és afterload növekedése-

Aerob kapacitás - VO_2max növelésére mind a szív falvastagságának, mind a szív üregméretek növelése szempontjából a leghatékonyabb a laktát-küszöb alatt végzett hosszú terhelés: A centrális faktorok fejlesztésére: Folyamatos szubmaximális terhelés „alapozás": Az állóképességi edzés ideje minimum 3-4 hónap, a VO_2 max 70-75%-val, minimum 20 perc monoton terhelés. Komplett leállásnál a hatása tovább megmarad, mint a perifériás faktorok edzettsége.

Perifériás adaptáció- az arteriovenózus O_2 különbség fejlesztésére (VO_2 max képletben AV O2diff):

Izomrostok mitokondrium számának növekedése, oxidatív enzimaktivitás növekedése, kapilláris sűrűség nő, fokozott oxidatív anyagcsere (glikogén, zsír), kevesebb tejsav termelődik adott intenzitáson- laktát küszöb változik, fokozódik a laktát-elimináció az izomból.

Edzés a perifériás faktorok fejlesztésére:

Leghatékonyabb: Magas intenzitású interval tréning (HIT= High Intensity Interval Training) a 100% VO_2max közelében

Az interval tréning lényege, hogy 2-3 percig magas intenzitású mozgás VO_2max 100%-val, ami a maximális szívfrekvenciánál 3-4-gyel kevesebb pulzusszám elérésével történik, majd 2-3 percig alacsony intenzitás a regenerációra, 120 szívfrekvenciával, majd ezt 8-10x ismételve. Az intervalok számát hetente lehet emelni.

Nem lehet minden nap interval tréninggel edzeni, csak kétnaponta, mert lemeríti a glikogén raktárakat, sokszor több mint egy napig tart a szénhidrát raktárak feltöltése, a regeneráció. Magasabb lesz a laktát szint. Nő a stresszhormonok szintje. Megterhelő élettanilag és pszichésen is, az alvásra, az étvágyra is hatással van a magas intenzitású interval tréning.

A perifériás faktorok edzése gyorsabban reagál: az iromrostok oxidatív enzim aktivitása már 3-4 hét alatt megnő. Viszont teljes abbahagyás esetén egy hét alatt visszafejlődik az elért eredmény.

A 3-4 hónapos alapozó edzés után hetekre lehet az interval edzéseket beiktatni, hogy elérje a sportoló a csúcsformáját. Nagyon fontos az interval tréning mellett a köztes edzés, párhuzamosan nem lehet elhagyni a folyamatos szubmax. terhelést, mivel fenn kell tartani a keringési rendszer edzettségét, a centrális adaptációt.

Teljesítménydiagnosztika: Célok: A sportolók aktuális edzettségi-, erőnléti állapotának felmérése, követése. Egyénre szabott vizsgálatok, sportágspecifikus mérések, pályamérések- Amit mérni lehet, mérjük, amit becsülni, azt becsüljük.

Szűrés: Kardiológiai, ritmuszavarok, szív ultrahang vizsgálattal morfológiai eltérések, pumpafunkció, hirtelen szívhalál megelőzése

Vizsgált korcsoportok: Utánpótlás, szenior

Túledzettség-negatív adaptáció elkerülése

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!

Mivel ez egy csapatmunka, szeretném megköszönni munkatársaim segítségét is:

Testnevelési Egyetem - Terhelésélettani Laboratórium

Prof. Dr. Tóth Miklós Tanszékvezető

Prof. Dr. Pavlik Gábor

Dr. Komka Zsolt

Dr. Kováts Tímea

Dr. Uvacsek Martina

Dr. Szőts Gábor

Dr. Bosnyák Edit

Trájer Emese

Szendrei Eszter

Patikás Attiláné