



Élettan II.

Oktatási segédanyag

Készítette:

Dr. Osváth Péter

Szakmai lektor:

Bartusné Dr. Szmodis Márta

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



Tartalomjegyzék

ELŐSZÓ

I. A szív és a vérkeringés

- I./1. A szív és a vérkeringés felépítése*
- I./2. A szív működése*
- I./3. A vérkeringés alkalmazkodása a rendszeres fizikai munkavégzéshez*
- I./4. Összefoglalás*
 - I./4.1. Ellenőrző kérdések*

II. A légző szervrendszer

- II./1. A légzőrendszer felépítése, légzőizmok*
- II./2. A légzés mechanizmusa*
- II./3. A légzőrendszer alkalmazkodása a rendszeres munkavégzéshez*
- II./4. Összefoglalás*
 - II./4.1. Ellenőrző kérdések*

III. A táplálkozás szervrendszere

- III./1. A tápanyagok, energiaforgalom*
- III./2. A tápcsatorna felépítése és működése*
- III./3. A köztianyanyagcsere*
- III./4. A máj*
- III./5. Összefoglalás*
 - III./5.1. Ellenőrző kérdések*

IV. A kiválasztó rendszer felépítése és működése

- IV./1. Összefoglalás*
 - IV./1.1. Ellenőrző kérdések*

V. A sporttevékenységek felosztása erőteljességi övezetek szerint

- V./1. Az erőteljességi övezetek jellemzői*
- V./2. Összefoglalás*
 - V./2.1. Ellenőrző kérdések*

VI. A kondicionális képességek élettani meghatározottsága

- VI./1. Összefoglalás*
 - VI./1.1. Ellenőrző kérdések*

VII. A kondíció meghatározásának módszerei

- VII./1. Egyszerű terheléses próbák*
- VII./2. Terhelés-élettani laboratóriumi tesztek*
- VII./3. Összefoglalás*
 - VII./3.1. Ellenőrző kérdések*



VIII. A tiltott teljesítményfokozás módszere, káros hatásai

VIII./1. Az anabolikus szteroidok

VIII./2. Anabolikus hatású nem szteroid szerek

VIII./3. Központi idegrendszeri izgatószer

VIII./4. Vizelethajtók

VIII./5. Antiasztmatikumok

VIII./6. Kábító fájdalomcsillapítók

VIII./7. Béta blokkolók

VIII./8. Összefoglalás

VIII./8.1. Ellenőrző kérdések

IX. Irodalom:



ELŐSZÓ

Az élettan II. tantárgy elsajátításának feltétele, hogy a hallgatók ismerjék az emberi szervezet strukturális, morfológiai alapjait, sejttani ismereteit, valamint a szervezet működését szabályozó rendszerek funkcióját. Előkövetelményként sikeres élettan I. vizsgát tegyenek.

Az élettan II. tantárgy tanulmányai során a vérkeringés, a légző rendszer, a táplálkozási szervrendszer, valamint a vizeletkiválasztó rendszer működését ismerik meg a hallgatók, azok sportolók számára kiemelt jelentőségű funkcióival. Elsajátítják a sportolói táplálkozás speciális igényeit, mennyiségi és minőségi vonatkozásait. A szervrendszerek működésének ismeretében megértik és elsajátítják a sportoló számára szükséges képességek (kondicionális képességek) élettani hátterét, ezzel magas szakmai igényű edzéstervezési tudásra tesznek szert. A tantárgy feladata, a különböző életkorú és nemű sportolók terhelhetőségi különbségeinek megvilágítása, a biztonságos sportolás alapjainak megismertetése. Különös hangsúlyt kap a sportolás árnyoldalaként ismert tiltott teljesítményfokozás hatásainak megismertetése, az egészségkárosító hatások és morálisan elítélendő vonatkozások feltárása.

A hallgatók a fejezetek végén található ellenőrző kérdések megoldásával mérhetik le a tudásszintjüket, tájékozódhatnak a tananyag elsajátításának szintjéről.



I. A szív és a vérkeringés

Bevezetés (kompetenciák)

A vérkeringés szerepe a fizikai terhelés során nagy jelentőségű, hiszen a működést közvetlenül végrehajtó izomzatot a véren keresztül látjuk el a szükséges energiaszolgáltató tápanyagokkal, az ezek lebontásához szükséges oxigénnel, valamint a bomlástermékként keletkező CO₂ és a tejsav is a vér által szállítódik el onnan. A szív működésén keresztül egyszerű módszerekkel ellenőrizhető a terhelés intenzitása, a sportolót érő munka mértéke. Ezért is olyan fontos az edzők számára, hogy a szív és keringési rendszer működésével kapcsolatos ismereteket magas szinten elsajátítsák. Ehhez az anatómia tanulmányok során szerzett tudást alkalmazniuk kell.

A témakör megtanulásához szükséges idő 16-18 óra.

Kulcsszavak: Szív, kamrák, pitvarok, artériák, vénák, hajszálerek, szisztolé, diasztolé, szinusz csomó, pulzusszám, pulzus térfogat, Starling féle szívtörvény, vérnyomás.

I./1. A szív és a vérkeringés felépítése

A szív és keringési rendszer felépítésének részleteit korábbi anatómia tantárgy keretében tanulták a hallgatók, így itt csak rövid összefoglalást adunk róla.

Az emberi szervezetben két folyadékáramlási rendszer működik, a nyirokáramlás és a vérkeringés. A két rendszer egymásba kapcsolódva, valójában közös folyadékáramlási szisztémát alkot.

A vérkeringési rendszer két nagy területre osztható. A központjában a vér mozgatásáért felelős, szívó nyomó pumpaként funkcionáló szív található, melyhez a két vérkörre tagolható érrendszer kapcsolódik.

A szív négyüregű szerv, melynek falában speciális szövet, a szívizomszövet rostrendszere található. Az üregek két nagyobb méretű kamrából, és két kisebb pitvarból állnak. A szívet a közepén húzódó izmos sötét jobb és bal szívfélre osztja. Mind a jobb mind a bal szívfélben egy-egy pitvar és egy-egy kamra található. A szívben áramló vér a sötétben nem tud átlépni, így a két oldal vére nem keveredik. A szívben négy billentyű található, melyek a véráramlás egyenirányúsításáért felelős. A kamrák is pitvarok határán vitorlás billentyűk helyezkednek el. A bal oldalt kéthegyű (mitrális), a jobb oldalt háromhegyű billentyűnek (tricuspidalis) hívjuk. A kamrák és a belőlük eredő nagy ütőerek határán zsebes billentyűk találhatók, melyek nevüket az adott ütőerről kapták (aorta-, pulmonális billentyűk).

A szív bal kamrájából kiáramló vér a nagy vérkörbe kerül. A szívtől a szervek felé áramló vért az ütőerek (artériák) vezetik. Ütőereink a szívtől távolodva sorozatosan elágazódnak és egyre kisebb átmérőjű, de egyre nagyobb számú artériában folytatódnak. A szervek, szövetek területén a legkisebb artériák a szabad szemmel már nem látható apró hajszálerekben (kapillárisok) haladnak tovább. A szövetekben, a hajszálereken átáramló vér összezsugorodó erekben, az apró gyűjtőerekben (vénák) folyik tovább, majd egyre több összeolvadás után a legnagyobb vénákban áramolva jut vissza a szív jobb kamrájába. A kis



vérkör a jobb kamrából indul és a tüdön átáramolva a bal pitvarba jut. A két vérkör sorba kapcsolt módon helyezkedik el, így az a vér, ami a nagyvérkörben áramlik, idővel a kis vérkörbe kerül.

Az ütőerek és a vénák fala vastag, a vérben található anyagok számára átjárhatatlan, így ezekben az erekben a vér csak áramlik, kilépni onnan nem képes. A hajszálerek fala átjárható, így a vérből számos anyag (oxigén, tápanyagok, hormonok, stb.) kiléphet onnan, illetve a szövetek felől beléphet a vérbe (pl.: bomlástermékek, széndioxid, stb.) A kapillárisokon keresztül alakulhat ki a kémiai kapcsolat a vér és a sejtek, szövetek között.

I./2. A szív működése

A szív falában található szívizom szövet különleges tulajdonságú izomszövet.

Folyamatos összehúzódásra (komplett tetanusz) nem képes (nem tetanizálható), csak szakaszosan működtethető. Ennek oka, hogy a szívizomsejteknek hosszabb refrakter szakaszuk van mint a harántcsikolt izomsejteknek, amely idő alatt nem ingerelhetőek, így kontrakció a sem váltható ki.

A szívizom csak aerob energiaszolgáltatással működik (obligát aerob energianyerés).

A szív falában található sok izomsejt egységes működésű, mintha egyetlen sejtként funkcionálna (**funkcionális szincicium**).

A szív működése automatikus, azaz saját ingerképző szerve (**szinusz csomó**) biztosítja számára az összehúzódásokhoz szükséges ingereket.

A szív működés ciklikus jellegű, mely során egymás követő izomösszehúzódási és elernyedési szakaszok ismétlődnek életünk végéig. A szívizomrostok összehúzódása a **szisztole** alszakasz során, az elernyedés a **diasztole** alszakasz során zajlik. Egy szisztole és egy diasztole együttese alkotja a szív ciklust.

A szív üregeinek összehangolt működése eredményezi a szívó-nyomó pumpafunkciót. A kamrákban található vér a kamraizomzat összehúzódása (szisztole) miatt lökődik a megnyíló zsebes billentyűkön keresztül az ütőeres rendszerbe. Az összehúzódó kamraizomzat csökkenti a kamra térfogatát, ezzel növelik a benne levő nyomást. A vér e nyomásnövekedés miatt lökődik ki az artériákba. Az említett folyamat a szisztolés fázisa.

A kamrák telődése (diasztole) a kamraizomzat elernyedése miatt kialakuló, kamrai tágulás hatására következik be. A táguló kamrában a csökkenő nyomás a vért a pitvarok felől szívja magába. Ez a szívó szakasz a diasztolés fázisa.

A szív alapvető működtetője a szinusz csomó, mely folyamatos ingerképzésével váltja ki az szívizomrostok összehúzódásait. A szinusz csomó a szív jobb pitvarának falában található. Az itt keletkező ingerek az ingerületvezető rendszeren keresztül érik el az egyes szívizomrostokat. E rendszer tagjai az AV (pitvar kamrai) csomó, a His köteg, a Tawara stára valamint a Purkinje rostok. A szív működés gyorsítása illetve lassítása azonban idegrendszeri szabályozás eredményeként alakulhat ki. A szimpatikus idegrendszeri hatások serkentik,



paraszimpatikusak lassítják a szív működését. A kamráknak paraszimpatikus beidegzésük nincsen.

A szív működésre hormonális szabályozás is hat. Szív működést serkentő hatások közül az adrenalin kiemelt jelentőségű.

A szívnek saját „ön szabályozó” mechanizmusai is vannak. Növekvő érelenállás, illetve növekvő véráramlás esetén idegi és hormonális hatások nélkül is fokozni tudja izomzatának kontrakciós erejét (Starling féle szívtörvény).

A szív terhelését több élettani mutató segítségével is jellemezhetjük.

Legegyszerűbben a **pulzusszám** mutatja a szív aktuális aktivitását. Átlagos nyugalmi pulzusszámként a percenkénti 70-75 ütést tekintjük. A bal kamra egyszeri összehúzódása által kilökött vér mennyisége a **pulzustérfogat**, melynek átlagos értéke 70-80 ml. A pulzusszám és a pulzustérfogat szorzata a **perctérfogat**, mely átlagosan 5.0-5.5 liter.

Az érrendszerben áramló vér nyomást gyakorol az erek belső falára, melyet vérnyomásnak nevezünk. Az ütőerek területén ez a szisztole és a diasztole ritmusában változó, pulzáló jellegű a nyomás. A kapillárisokban és a vénákban, egy adott ponton állandó nyomás mérhető, a szív ciklus hatása nem érvényesül.

Az artériás nyomást több tényező együttesen határozza meg. Ezek a perctérfogat, az erek ellenállása, az érfalak rugalmassága, a vér súlyából származó erő, valamint a vér sűrűsége.

A hajszálerek falán keresztül zajló anyagforgalom iránya és dinamikája két nyomásforma egymáshoz viszonyított arányától függ. A vérben keringő kolloidok (főleg fehérjék) által létrehozott kolloidozmotikus nyomás az anyagforgalmat a szövetek felől a vér felé irányítja. A vér és a szövetek hidrosztatikai nyomás azonban a vérből tereli az anyagokat a szövetek felé. A kapillárisok elején (artériás vég) a szállított anyagok a szövetek felé haladnak, a hajszálerek végén (vénás szár) pedig a vér felé áramlanak. Így történhetnek meg a vér és a szövetek közötti anyagkicserélődési folyamatok.

1./3. A vérkeringés alkalmazkodása a rendszeres fizikai munkavégzéshez

A rendszeres edzések hatására a szív és az érrendszer is jelentős mértékben alkalmazkodik, mind szerkezete, mind működése tekintetében.

A szív üregeinek (elsősorban a kamrák) mérete változik. A kamrák átmérője és faluk vastagsága egyaránt növekszik. Ennek hatására nagyobb mennyiségű, dinamikusabb véráramlás biztosítható az érrendszer területén, így az izomzatban is. Az állóképességi és az ún. erősportok edzései más jellegű adaptációt eredményeznek a sportolók szívén.

A rendszeres sporttevékenység hatására javul a szívizomzat hajszálerezettsége, bár e fejlődési folyamat időkorlátja a növekedés időszak vége. A javuló kapillarizáció, a szívizom oxigénnel való ellátottságát fokozza, javítva a teljesítményt.



Az **edzett szív** hatékonyabb működését több élettani mutatóval jellemezhetjük. Az edzettek alacsonyabb nyugalmi pulzusszámmal (50-65 ütés percenként) rendelkeznek, mely az idegrendszeri (paraszimpatikus hatás) alkalmazkodás jelként fogható fel. Az erősebb kamraizomzat nagyobb maximális pulzustérfogatot eredményez (170-180ml), mely magasabb keringési perctérfogatban nyilvánul meg (32-36 liter/perc). A dinamikusabb keringés eredményeként javul az izomzat vér és oxigénellátása, így a magasabb aerob kapacitás egyik feltétele is teljesülhet.

I./4. Összefoglalás

A szív és vérkeringési funkciók kiemelt szerepet játszanak a sportolók teljesítményében, de regenerációs folyamataik optimalizálásában is. A elégtelen fejlettségű szív a sportteljesítmény egyértelmű korlátozója lehet. Az edzők alapvető tudásához tartozik a szív működés alapos ismerete, illetve a szív működésén keresztüli teljesítményértékelés módszereinek alkalmazása.

I./4.1. Ellenőrző kérdések

1. Mely szívüregből indul ki a nagyvérkör?
 - a) bal pitvar
 - b) bal kamra
 - c) **jobb kamra**

2. Hol található a zsebes billentyűk?
 - a) a bal kamra és az aorta határán
 - b) a bal kamra és a jobb kamra határán
 - c) a pitvarok és kamrák határán

3. Merrefelé áramlik a vér az ütőerekben?
 - a) **a szív felé**
 - b) a kapillárisoktól távolodva
 - c) a szívből a szervek felé

4. Mekkora az átlagos nyugalmi pulzustérfogat?
 - a) 170-180ml
 - b) 100-120ml
 - c) **70-80ml**

5. Melyik állítás igaz a szívre?
 - a) csak anaerob energianyerési folyamatokkal működhet
 - b) **nem tetanizálható**
 - c) idegrendszeri ingerek nélkül nem működik

1. Mi az oka az edzett szív alacsonyabb nyugalmi pulzusszámának?
 - a) **az idegrendszer fokozott paraszimpatikus hatása**
 - b) a megvastagodott szívizomzat
 - c) a nagyobb kamraüreg méret



II. A légző szervrendszer

Bevezetés (kompetenciák)

A légzőrendszer a vérkeringéssel szorosan összekapcsolódva látja el oxigénnel a sportolás során működő izmokat, így jelentősége a keringéshez hasonlóan óriási a teljesítmény meghatározásában. A légzés izomtevékenység eredménye, így az egyéb vázizmokhoz hasonlóan sportolással jól fejleszhető. A légutak tágasságának növekedése, hajszalerezettség fokozódása szintén a sporthoz való alkalmazkodás része így a légzőrendszer működési jellegzetességeinek alapos ismerete az edzők számára nem nélkülözhető. A hallgatók számára a korábbi anatómia tanulmányok ismeretei nagymértékben szükségesek, átismétlendők. A témakör elsajátításához szükséges időtartam 10-12 óra.

Kulcsszavak: Bronchus, alveolus, gázcsere, légzőizmok, parciális nyomás, spirográfia, vitálkapacitás, RQ.

II./1. A légzőrendszer felépítése, légzőizmok

A légzőrendszer alapvető funkciója a légzési gázok (O_2 , CO_2) cseréje a külső környezet és a szervezet között. Emellett a folyadékleadásban (kb. napi 400ml nyugalomban) és a hőleadásban is szerepet játszik. Kiválasztó funkciója is van, bár ez jelentőségét tekintve csekély (kivéve a széndioxid eltávolítása).

A légzőrendszert felső és alsó légutakra osztjuk. A felső légutak az orrüregből, garatból és a gégeből állnak. Az alsó légutak rendszere a légcső a tüdőben elágazódó csőrendszer, a főhörgők, hörgők (bronchusok), kis hörgők, hörgőcskék, és a léghólyagocskák (alveolusok). A léghólyagok vékony falán keresztül léphet be a belélegzett levegő oxigénje az alveolusok falhoz csatlakozó hajszalerekben áramló vérbe. A széndioxid szintén itt lép ki a keringésből és távozik a kilélegzett levegővel testünkől.

A tüdő páros szerv, mely két félre, a jobb illetve a bal tüdőfélre tagolható. A szövetében található hörgőrendszer és léghólyagrendszer térfogata a mellkas méretének, ezen belül a tüdő méretének függvénye. A légzés során zajló belélegzési és kilélegzési folyamatok a légzőizmok működésének az eredménye, mely izmok az adott fázisban betöltött szerepük szerint belélegző és kilélegző izmokra oszthatók. Belélegző izmok a rekeszizom és a külső bordaközi izmok rostrendszere. Kilélegző izom a belső bordaközi izom. Mind a belélegzést, mind pedig a kilélegzést számos egyéb segédizom támogatja működésében.

II./2. A légzés mechanizmusa

A légző működés két fázisra osztható a légcserére és a gázcsere folyamatára. A légzés, a szív működéséhez hasonlóan ciklikus funkció, melyet kilélegzési és belélegzési fázisokra oszthattunk.

A légcseré belélegzési fázisa során a külvilág levegője beáramlik a tüdő légútrendszerébe, majd kilélegzés során kiáramlik onnan. A gázcsere a léghólyagocskák falán keresztül zajló



gáztranszportot jelenti. A léghólyagocskák üregéből oxigén kerül a vérbe, illetve ezzel párhuzamosan széndioxid jut a vérből az alveolusok üregébe.

A légcsere során áramló levegő mozgatóereje a tüdőben és a külvilágban mérhető légnyomáskülönbségből származik. A belégző izmok (rekeszizom, külső bordaközi izmok) összehúzódása a mellkas térfogatot, ezzel együtt a tüdő térfogatát növelik meg a rekeszizom lesüllyedése és a bordák megemelkedése által. Ennek eredményeként a tüdőben lecsökken a légnyomás, mely „szívóerőként” hatva a levegő beáramlását eredményezi. Kilégzéskor a bordák és a rekeszizom visszasüllyed, illetve emelkedik eredeti helyzetébe, így a tüdőtérfogat csökkenése, a légnyomás emelkedését idézi elő. A növekvő légnyomás a levegő kiáramlását okozza. Erőltetett légzéskor (pl.: fizikai munkavégzés során) a kilégzés folyamatába bekapcsolódó kilégzőizmok (belső bordaközi izmok) is segítik a levegő gyorsabb, dinamikusabb kiáramoltatását.

A léghólyagok és a hozzájuk kapcsolódó hajszálerek falán keresztül zajló oxigén és széndioxid transzport, szintén a nyomáskülönbségek miatt vándorol a két oldal között. A léghólyagokban mérhető oxigénnyomás (O_2 parciális nyomása) magasabb mint a vérbe mérhető (vénás oldal), ezért az oxigén a vérbe jut. A széndioxid esetében éppen fordítottak a nyomásviszonyok (CO_2 parciális nyomása). A vér (vénás szár) széndioxid nyomása nagyobb mint az alveolusban, így a gáz kifelé, a léghólyagok felé áramlik. A két gáz mozgása egy időben, de egymástól függetlenül zajlik.

A légzőrendszer és a vérkeringés közvetlen kapcsolata az alveolusok és a hajszálerek fala között történik meg. A vérbekerülő oxigén a vörösvértestekben található hemoglobinnal molekulákhoz kötődik és segítségükkel szállítódik a szövetek, szervek felé.

A légzés idegrendszeri szabályozás alatt áll. A központi idegrendszerben több szinten is található légzési központok. A nyúltvelőben a ki és belégzési központok képezik a légzés irányításának alapját, melyet magasabb szinten elhelyezkedő központok finomítanak (híd, nyúltvelő serkentő és gátló központjai). A légzés akaratlagosan is befolyásolható, az agykéregben található központok segítségével. A légzést egyszerű reflexfolyamatok is támogatják (Hering Breuer reflex).

A belégzés reflexeinek elsődleges ingere a vér CO_2 szintjének emelkedése, melyet az oxigén nyomásának csökkenése csak finomít, érzékenyít.

II./3. A légzőrendszer alkalmazkodása a rendszeres munkavégzéshez

A rendszeres edzés a légző rendszerünkre is kifejti alkalmazkodást kiváltó hatásait.

A növekedés fejlődés időszakába ható rendszeres, állóképességi terhelések a léghólyagocskák számának növekedését és azok kapillarizáltságának fokozódását váltják ki. Ennek eredményeként felnőttkorban hatékonyabb oxigenizáció történhet a sportoló szervezetében.

A légzőizmok fejlődése, erősödése szintén az állóképességi mozgások hatására történhet meg a leghatékonyabban. A dinamikusabb, erősebb légzőizmok gyorsabb, és nagyobb mennyiségű levegő megmozgatását (ventilláció) teszik lehetővé, ami szintén a magasabb oxigenizációban, ezen keresztül jobb teljesítményben nyilvánulhat meg.



A nyugalmi légzés során mérhető légzési térfoga (0.5 l/perc), terhelés során duplájára növekszik, ám állóképességi szempontból jól edzett sportolóknál a 2.0-2.5 l/perc értéket is elérheti. A légzésszám terhelés hatására 60-70 légzés/perc frekvenciát ér el, mely a gazdaságos légzésszám felső határának tekinthető.

A légzés teljesítményének vizsgálata a légzésfunkciós vizsgálatok (spirográfia) segítségével végezhető el. Nyugalmi légzés során a ki-, és belégzés során megmozgatott levegő mennyisége (légzési térfogat) mérhető, míg erőltetett légzéssel a vitálkapacitásról (maximális belégzést követően kilélegezhető levegő mennyisége) tájékozódhatunk. Az időzített vitálkapacitás (a vitálkapacitás érték első másodpercére eső hányada) a kilégzési funkcióról nyújt tájékoztatást. A terheléses légzésvizsgálatok még hasznosabb információkkal láthatja el a sportszakembereket. A maximális perc ventiláció, a maximum környéki terhelés során, egy perc alatt megmozgatott levegő mennyiségét jelenti, mely általánosan informál a légzőizmok és a tüdő működési és struktúrális (méret) viszonyairól.

A terheléses légzésfunkciós vizsgálatok kiegészíthetők gázcsere analízissel is, mely még finomabbá teszi a diagnosztikai módszert. Ilyenkor a légzőműködés és az általa bejuttatott oxigén felhasználódásának viszonyairól tájékozódhatunk, mely a sportoló összetett szervi működéseit tükrözi, mutatva edzettségét, terheléshez való alkalmazkodási képességeit.

A légzési hányados (RQ) a termelt CO₂ és a felhasznált O₂ mennyiségének aránya. Terhelés során végzett mérésével tájékozódhatunk, hogy aktuálisan milyen energiaszolgáltatási események zajlanak a sportolóban, milyen jellegű energiaszolgáltatás jellemző (aerob, anaerob) a sportolóban. Összességében az energiaszolgáltató anyagcsere folyamatokról tájékozódhatunk a teljesítmény függvényében.

II./4. Összefoglalás

A légzőrendszer, a szervezet oxigénellátásában együttműködő szervek első állomása. A sportolók teljesítményének alapját képező funkciójával a versenysikerek egyik fontos pillére. A működését alapvetően meghatározó légzőizomzat fejlesztése minden sportoló számára kiemelt jelentőségű. Bár a tüdő fejlesztetősége egyénenként eltérő lehet, alapvetően élethosszig javítható a funkciója. Szemben más szervrendszerekkel (pl.: mozgató rendszer) az idősebbek számára is sokáig megőrizhető jó állapota, működése.

II./4.1. Ellenőrző kérdések

1. Melyik szerv tartozik a felső légutakhoz?
 - a) alveolus
 - b) garat**
 - c) bronchus
2. Melyik kilégző izom a felsoroltak közül?
 - a) belső bordaközi izom**
 - b) rekeszizom
 - c) külső bordaközi izom
3. Hol magasabb a CO₂ parciális nyomása?



- a) az alveolusok üregében
 - b) az alveolusok kapillárisaiban a vénás oldalon
 - c) **az alveolusok kapillárisaiban az artériás oldalon**
4. Hogyan mozdul el a rekeszizom a belégzés során?
- a) nem mozdul el
 - b) emelkedik
 - c) **süllyed**
5. Melyik életkorban fejleszthető a légzőizmok működése?
- a) a növekedés korában
 - b) csak serdülőkorig
 - c) **az élet minden szakaszában fejleszthető**
6. Mi a az RQ érték jelentése?
- a) a kilélegzett széndioxid és a belélegzett oxigén aránya?
 - b) a termelődött széndioxid és a felhasznált oxigén aránya
 - c) a kilélegzett levegő és a belélegzett oxigén aránya



III. A táplálkozás szervrendszere

Bevezetés (kompetenciák)

A sportolók fejlődésének három fő követelménye van. Az első a megfelelő edzésprogram, a második a pihenés regeneráció, a harmadik pedig a minőségben és mennyiségben megfelelő táplálkozás. A szervezet számára szükséges energiaszolgáltatók, a szervezet felépítését szolgáló építőanyagok és a szervi működéseket irányító, segítő anyagok a táplálkozás során, mint tápanyagok juthatnak be a szervezetünkbe. A sportolók számára speciális táplálkozásra, étrendre és egészséges táplálkozási szervrendszeri működésre van szükség. Az edzőknek alapvető táplálkozás élettani, dietetikai ismeretekkel kell rendelkezniük, hogy sportolók fejlődését ne akadályozza a nem megfelelő, elégtelen tápanyagkínálat szervezetükben.

A témakör ismereteinek elsajátításához szükséges időtartam 8-10 óra.

Kulcsszavak: Kalorigén, non kalorigén, tápanyag, szénhidrátok, fehérjék, zsírok, vitaminok, ásványi anyagok, égéshő, oxigén kalóriaegyenértéke, alpanyagcsere, emésztés, tápanyag felszívódás, köztianyagcsere.

III./1. A tápanyagok, energiaforgalom

Az emberi szervezet működését megfelelő minőségű és mennyiségű tápanyagellárással biztosíthatjuk. Tápanyagok a szervezet energiaigényének kielégítésében, a szervezet felépítésében szereplő anyagok, valamint irányító, szabályozó és egyéb biológiai funkciók ellátásáért felelős molekulák alkotórészei, melyeket táplálkozással juttatunk a szervezetünkbe. A tápanyagokat két nagy csoportra osztjuk, melyek a kalorigének és a non kalorigének csoportjai.

Kalorigén tápanyagaink a fehérjék, a szénhidrátok és a zsírok. Nevük szerint a szervezet energiaszolgáltató folyamatainak az alapjai, lebontásukból a szervezet működéséhez szükséges energia biztosítható.

A **non kalorigének** energiát szolgáltatni nem tudnak, ugyanakkor számos fontos biológiai folyamatban vesznek részt. Ezek a vitaminok az ásványi sók, és a víz.

A **szénhidrátok** csoportjába a cukrok (szőlőcukor, gyümölcscukor, tejcukor) illetve a belőlük felépülő összetett cukrok (valódi szénhidrátok) (keményítő, glikogén) tartoznak. A lebontásukból felszabadítható energia 4.1 Kcal/g (17.1 kJ/g). Ezt az értéket nevezzük **égéshőnek**. A szénhidrátok minden szövet számára alkalmas energiaforrás. Mind aerob (oxidáció), mind anaerob úton lebomlik szervezetünkben.

A **fehérjék** fakultatív energiaszolgáltatók, ami azt jelenti, hogy csak bizonyos helyzetekben (tartós éhezés, hosszú ideig tartó fizikai munka) bontja szervezetünk energianyerés céljából. A fehérjék szerepe számos életfontosságú funkcióhoz köthető. Szerkezeti elemek, hormonok, enzimek, szállító molekulák, immunanyagok építőelemei funkcionálnak. Égéshőjük 4,1 Kcal/g (17.1kJ/g).



A **zsírok** jó energiaszolgáltatók, sőt energiaraktározásunk is elsősorban zsírok formájában történik. Égéshőjük magas, 9.3 Kcal/g (38.8kJ/g). A zsírok csak aerob úton bomlanak le szervezetünkben, az aerob bontásuk nem lehetséges.

A **víz** alapvető alkotóeleme testünknek (kb. 65-67%). A sejtszintű anyagcsere-folyamatok vizes közegben bonyolódnak, számos anyag szállításában, feloldásában (oldószer) szerepelnek, sőt felépítő (szintetikus) folyamatokban is szerepelnek alkotórészként.

A **vitaminok** főként egyéb biológiai hatással rendelkező molekulák, nélkülözhetetlen komponenseként szerepelnek. Számos fontos, akár életfontosságú élettani hatás köthető hozzájuk (véralvadás, érfal-stabilitás, antioxidáns hatás, immunerősítő funkció, megfelelő csont és bőrszerkezeti állapot biztosítása, vérképzés, stb.). A vitaminok zsírban oldódó (A, D, E, K,) és vízben oldódó (B vitaminok, C,) csoportra oszthatók

Az **ásványi anyagok, sók** a szervezetben, a vérben oldott, ionos formában találhatóak meg. A sejtek anyagcseréjében, belső környezetének biztosításában, a folyadékok mozgásában, az ingerlékenység fenntartásában, az izomkontrakcióban, és még számtalan élettani folyamatban játszanak szerepet.

Az élet fenntartása, az életfunkciók mindegyike energiaigényes folyamatokon alapul. A napi energiaigény több tényező, funkció energiafelhasználásából áll össze.

Első összetevő az alapanyagcsere, mely a teljes nyugalomban levő szervezet, életfunkcióinak fenntartására felhasznált energiamennyiség, aminek mértéke több tényezőtől függ. Ezek az életkor, a nemi hovatartozás, az edzettségi állapot, az egészségi állapot és az egyén sajátos alkati tulajdonságai. Átlagos értéke férfiaknál 1600 Kcal/nap, nőknél 1300 Kcal/nap, ám ezt számos alkati tényező módosíthatja.

Második komponens a fizikai munka, mely szélsőséges határok között mozoghat. Élsportolók napi kétszer két órás edzései, akár 4000-6000 Kcal energia elfogyasztásával is járhatnak.

Harmadikként a hőszabályozás energiaigényét említhetjük. A külső hőmérséklet függvényében a hűtő és fűtő folyamatok is jelentős energiafogyasztást idézhetnek elő.

Negyedik tényező a táplálkozás által előidézett emésztés energiafelhasználása. Ennek legmagasabb értéke fehérjetáplálkozás esetén mérhető (specifikus dinamiás hatás).

Ötödik összetevő a szellemi tevékenység energiaigénye, melynek mértéke a fizikai munkához viszonyítva alacsony.

Hatodik az érzelmi aktivitás (stressz), mely szimpatikus idegrendszeri aktivitáson keresztül fejti ki hatását.

A szervezet energiafogyasztása az oxigénfogyasztáson keresztül egyszerűen mérhető. Az oxigén kalóriaegyenértéke alatt azt a hőmennyiséget (energiamennyiséget) értjük, mely a tápanyagok oxidációja során, egy liter oxigén felhasználása árán termelődik. Ez 5 Kcal energiának felel meg egy liter oxigénfogyasztás esetén. Ennek értelmében az oxigénfogyasztás mérése segítségével kiszámítható a felhasznált energia mennyisége is.



III./2. A tápcsatorna felépítése és működése

Az emberi tápcsatorna szakaszai a szájüreg, a garat a nyelőcső, a gyomor, a vékonybél és a vastagbél.

A szájüreg a tápcsatorna első szakasza, melyben a tápanyagok őrlését végző fogak, a falatképzésben és nyelésben szerepet játszó nyelv és a nyálmirigyek kivezető nyílásai találhatók. A garatban helyezkednek el a garatmandulák (nyirokszervek). A nyelőcső, a testmagasság függvényében 30-50cm hosszúságú, izmos falú cső, mely átíveli a mellkasüreget, áthalad a rekeszizmon, majd a gyomorba szájadzik. A gyomor-nyelőcső határán elhelyezkedő izom zárógyűrű a gyomorszáj. A gyomor 1-1,5 liter űrtartalmú tágulat, melyből a gyomortartalom a gyomorkapun (izmos zárószerkezet) keresztül jut a vékonybélbe. A vékonybél három szakaszra osztható. A patkóbél 30-40cm hosszú szakasz, melynek homorulatába nyílik az epevezeték. A következő szakasz az éhbél, mely 2-2,5 méter hosszúságú. Ezután a csípőbél szakasza következik hasonló hosszúságban. A vékonybél-vastagbél kapcsolódása a hasüreg jobb alsó kvadránsában található. A vastagbél a felszálló, a haránt és a leszálló vastagbéltre tagolható. Utolsó két szakasza a szigmabél és a végbél. Teljes hossza kb. 1-5m.

A tápcsatorna összetett funkciójú szervrendszer. Üregeiben történik meg az összetett tápanyagok **emésztése**, mely a kémiai kötések felbontása által választja szét a nagy összetett tápanyag molekulákat kisebb egységekre. Ennek célja, hogy a tápanyagok felszívható formájúakká váljanak. A **tápanyag felszívódás** a tápanyag molekulák gyomor bélrendszerből történő transzportja a vérkeringésbe. A tápcsatorna **kiválasztó feladat**ot is betölt. Ennek segítségével számos anyag, bomlástermék távozik szervezetünkől. A tápcsatornának jelentős **immunrendszeri funkciója** van, mely segítségével védekezik szervezetünk a különböző kórokozókkal szemben.

A tápcsatorna üregeibe (szájüreg, gyomor, vékonybél) több emésztőnedvet kiválasztó mirigy váladéka ürül. Ezek a nyál, a gyomornedv, a bélnedv, és a hasnyál. A korábban említett emésztési folyamatok az ezekben a nedvekben található emésztőenzimekkel történhetnek meg.

A szájunkba került táplálékot a fogak őrlemunkája segítségével daraboljuk, aprítjuk, miközben a nyálmirigyek váladéka a nyál hozzákeveredik. A nyálban található amiláz a keményítő emésztését kezdi meg. A lenyelt falat a nyelőcsőbe kerül, melynek perisztaltikus aktivitása (szakaszos izomösszehúzódsági sorozatok, féregszerű mozgás) mozgatja a falatot a gyomor irányába. Ez a perisztaltikus mozgás az egész bélcsatornában jellemző. A gyomorban az elfogyasztott táplálék átmeneti tárolása, homogenizálása és fertőtlenítése (gyomorsav hatás) történik. A gyomor falának mirigyei gyomornedvet termelnek, melyben a sósav mellett fehérjebontó enzimek is vannak (pl.: peszinogén – pepszin). A gyomorban tehát, fehérjeemésztés indul el. A gyomortartalom a vékonybélbe kerül, ahol a bélnedv, a hasnyál és az epe váladék is hozzákeveredik. A vékonybélben komplex emésztés zajlik, ami azt jelenti, hogy mindegyik kalorigén tápanyag megemésztődik és fel is szívódik onnan. A vékonybél-vastagbél határára érkező béltartalom már kalorigéneket nem tartalmaz, csak élelmi rostokat, vizet, ásványi sókat és egyéb fel nem szívódó anyagokat., bomlástermékeket.

A vastagbélben a víz és a sók felszívódása még zajlik, ezzel a béltartalom sűrűsödését okozva. A szigmabélhez érkező béltartalom már a széklettel azonos összetételű anyag. A



szigmabélben való széklet akkumuláció után a széklet a végbélbe kerül, majd a külvilágba távozik.

A sportoló egészséges bélrendszeri funkciója tápanyagellátásuk így fejlődésük alapja.

Fehérjéből átlagosan 1.0g/ttkg mennyiség szükséges, ám sportolók estében ez az igény növekszik. Jellemzően 1.5-2.0g/ttkg a szükségletük, a sportág természete és a sportolás szintje, mértéke szerint. Egy élsportolói szinten tevékenykedő fiatal napi 2.0 g/ ttkg fehérjét igényel, ami egy 70kg-os sportoló esetében napi 140 grammot jelent.

A szénhidrát igény átlagosan 5-7g/ttkg, ám komoly edzéstevékenységet feltételezve ez akár napi 10-12g/ttkg-ra is felemelkedhet.

A sportolók edzések, versenyek alatti folyadékpótlása komplex feladat, hiszen a víz visszapótlása mellett, az elveszített sókat is pótolniuk kell, valamint a csökkenő vércukorszint kompenzálása érdekében az egyszerű és összetett cukrok fogyasztása is indokolt.

A sportolók vitaminellátása a napi étkezések során megoldandó feladat, de szükség esetén (pl.: testsúlyszabályozás idején) a vitaminkészítmények is hasznosak lehetnek.

III./3. A köztianyanyagcsere

A köztianyanyagcsere biokémiai fogalom, mely a sejtek, szövetek szintjén lebonyolódó biokémiai anyagcsere-folyamatok összességét jelenti. Ebből következik, hogy élettani jelentőségének megértéséhez a korábbi évben tanult biokémia tantárgy alapismereteire kell támaszkodnia a hallgatónak. A sejtekben lejátszódó kémiai folyamatok ismerete túl aprólékos tudásnak tűnhet, mégis a szükséges biológiai szemlélet megszerzéséhez nélkülözhetetlen.

A köztianyanyagcserében szereplő kémiai folyamatokat alapvetően három nagy csoportba oszthatjuk.

Az **anabolikus, felépítő (szintetikus) folyamatok** során a kisebb molekulákból, mint alkotóelemekből nagyobb összetett molekulák jönnek létre. Ezek lehetnek szerkezeti elemek, hormonok, enzimek, szállító molekulák, raktárfunkcióval rendelkező molekulák, és sok más biológiai aktivitással rendelkező anyag.

A **katabolikus folyamatok** során az összetett molekulák lebomlanak kisebb alkotóelemeikre, Ilyen események az energiaszolgáltató folyamatok is.

Harmadik típus a **transzformációs folyamatok** összessége, melyek során a molekulák szerkezete,összetétele változik meg, egy új, más hatással rendelkező anyag jön létre.

III./4. A máj

A máj a hasüreg jobb felső kvadránsában elhelyezkedő, átlagosan 1.5kg tömegű, életfontosságú szerv. A máj rendkívül összetett funkciójú következők.



A **köztianyagcsere** folyamatok „**központja**” a máj. Itt zajlik számos jelentős élettani hatással rendelkező molekula előállítás, bizonyos anyagok lebontása és kiürítése, valamint átalakító folyamatok sokasága (pl.: transzamináció, stb.).

A májban **detoxikációs folyamatok** is bonyolódnak, melyek során mérgező hatású anyagok semlegesítése történhet meg.

Jelentős szénhidrát (glikogén) raktár (100-150g). A máj **glukosztát funkciója** révén a vércukorszint szabályozásában fontos szerepet tölt be, a szénhidrát raktárának gyors mobilizálása segítségével.

Hormonokat, fontos biológiai aktivitású anyagokat (pl.: véralvadási faktorok) termel.

Epét termel, mely a zsírok emésztésének fontos segítő anyaga.

Vérraktárnak tekinthető, mely fizikai terhelés során mobilizálható, segítve a z izomzat vérellátását oxigénkínálatát.

A máj a koleszterinképzés, és ürítés szerve is egyben.

III./5. Összefoglalás

A sportolók táplálkozása, a táplálkozási szervrendszer működésének ismerete fontos faktora az edzői szaktudásnak. A tápcsatorna működési feltételeinek, a táplálékok tápanyagtartalmának ismerete, a rendellenes működések, helytelen táplálkozás okozta működészavarok bonyolult formáinak felismerése alapkövetelmény a sikeres pályafutást remélő edzők számára.

III./5.1. Ellernőrző kérdések

1. Mit emészt az amiláz?
 - a) fehérjét
 - b) zsírt
 - c) **szénhidrátot**

2. Mi az emésztés?
 - a) a tápanyagok vérbe kerülésének folyamata
 - b) a tápanyagok keverése
 - c) **a tápanyagok kémiai bontása**

3. Mely tápcsatorna szakasz része a patkóbél?
 - a) **a vékonybél**
 - b) a vastagbél
 - c) a szigmbél



4. Mennyi fehérje szükséges egy napi két edzést végző sportoló számára?
- a) **kb. 2 g/ttkg**
 - b) kb 3 g/ttkg
 - c) kb. 5 g/ttkg
5. Milyen tápanyag emésztésében szerepel a pepszin?
- a) zsírokéban
 - b) vitaminokéban
 - c) **fehérjékéban**
6. Milyen formában raktározódik energia a májban?
- a) zsír
 - b) szőlőcukor
 - c) **glikogén**



IV. A kiválasztó rendszer felépítése és működése

Bevezetés (kompetenciák)

A szervezetben termelődő, felszaporodó bomlástermékek, illetve a főlegben jelen lévő anyagok eltávolítása a kiválasztószervek feladata. A vese a kiválasztó folyamatok elvitathatatlanul leghatékonyabb végrehajtója. A vizelettermelésen keresztül szabályozzuk a szervezet folyadék és sóháztartási egyensúlyát, valamint a vér vegyhatásának beállításában is komoly szerepet kap. Hormontermelő funkciója a sportolók aerob teljesítményének alapvető szereplője, így az edzők számára is figyelmet érdemlő rendszer.

A témakör elsajátításához szükséges időtartam 4-5 óra.

Kulcsszavak: Vese, glomerulus, Bowman-tok, kanyarulat csatorna, nefron, Malpighi készülék, filtráció, reszorpció, renin, EPO,

IV./1. A kiválasztó rendszer felépítése

A kiválasztó folyamatok döntő részben a vesékben és a hozzájuk csatlakozó egyéb szervekben történnek meg. A hasüregben elhelyezkedő két veséhez egy-egy húgyvezeték csatlakozik, melyek a vesék által termelt vizeletet a húgyhólyagba vezetik. A húgyhólyagban tárolódó vizelet időszakosan a húgycsőn keresztül a külvilágba távozik.

Egy-egy vese tömege átlagosan 150g. A vesék hosszszelvényi lapján két jól különvált színű terület figyelhető meg. A külső részen a vese kéregállománya sötétebb színbe látható, középen pedig a világosabb velőállomány figyelhető meg.

A kéregállományban apró hajszálérgomolyagok (**glomerulusok**) találhatók, veséenként kb. 1 millió db. Ezeket a kapillárisokat kettős falú tok (Bowman) veszi körül. E két szerkezeti elemet együttesen Malpighi készüléknek nevezzük. A **Bowman tok** folytatásában hosszú, kanyarulat csatornarendszer található, mely **tubulusok** (csatornák) a vese velőállományi részében, a vese központi területe felé irányulnak. A Bowman tokokból kiinduló csatornák végül a vesemedencébe torkoltnak, melyből a már említett húgyvezeték ered. A Malpighi készülék és a hozzá csatlakozó kanyarulat csatorna közösen a vese működési egységét, a **nephront** alkotja.

IV./2. A vese funkciója

A vese összetett funkciójú szerv. Elsősorban a kiválasztásban betöltött szerepe kiemelendő, ugyanakkor a vér vegyhatásának szabályozásában, a vérnyomás regulációjában és fontos hormonok termelésében is szerepet játszik.

A vese vizelettermelő feladatát a vérnyomás segítségével valósítja meg. A vese kéregállományában elhelyezkedő glomerulusok falán keresztül a vér bizonyos alkotóelemei, illetve a vér által szállított anyagok egy része, átszűrődik a Bowman tok üregébe. Ennek a molekulamozgásnak a hajtóereje a vérnyomás. A vér alakos alkotóelemei nem jutnak át a Bowman tokba, ugyanakkor jelentős mennyiségű víz, ionok, bomlástermékek és kevés cukor is átszűrődik. Ezt a **folyamatot glomerulus filtrációnak** nevezzük. Az átszűrt folyadék az



elsődleges szűrlet, melynek mennyisége naponta 170-180liter. A szűrlet innen a kanyarulat csatornába kerül, melyeknek falán keresztül a folyadék 99%-a visszaszívódik a vérkeringésbe. A visszaszívás folyamata **tubuláris reszorpció**. A visszaszívódás során jelentős mennyiségű víz, bizonyos ionok, sók és a cukor kerül vissza a szervezetbe. A kanyarulat csatornák falán keresztül a vérből kiválasztás is zajlik, melyet **tubuláris szekréciónak** hívunk. A vesemedencébe, majd onnan a húgyvezetékbe kerülő folyadék összetétele (vizelet) tehát, több lépésben alakul ki, melyek a glomerulus filtráció, a tubuláris reszorpció és szekréciónak. Az ürített vizelet napi mennyiséges átlagosan 1.5 liter, de ezt a szervezet folyadékfoglalma jelentősen befolyásolhatja.

A vizelettermelésen keresztül a vér vegyhatása is szabályozható. A H^+ ionok ürítésének fokozása illetve a bikarbonát ionok visszaszívódása a vese tubulusokban a vér savasodása ellenében hatnak. E szabályozás lassú folyamat.

A vese hormontermelő szerv. A **renin** a vérnyomás szabályozás egyik fontos eleme, míg az **EPO (erithropoetin)** a vérképzésben játszik nélkülözhetetlen szerepet.

A vizeletvizsgálat segítségével egészségügyi szűrővizsgálatokat végezhetünk, betegségek diagnosztikáját segíthetjük, az esetlegesen fennálló terhességet állapíthatjuk meg, illetve tiltott teljesítményfokozó használatát igazolhatjuk. A vizeletben kóros összetevőket, mérgező hatású anyagokat, gyógyszerek bomlástermékeit, hormonokat és kórokozókat mutathatunk ki, melyekből következtetéseinket levonhatjuk, így széles körben használható eljárás.

IV./1. Összefoglalás

A sportolók életében, különösen a terhelések során, a nagy részben a vesék által teremtett belső környezeti feltételek (só, vízháztartási egyensúly, vérképzés, sav-bázis egyensúly) kiemelten fontos alapját képezik a jó teljesítménynek. A vizeletvizsgálat a sportolói ellenőrző vizsgálatok és a doppingellenőrzések alatt is alkalmazott eljárás, így a veseműködés alapos ismerete nem nélkülözhető az edzők tudásából.

IV./1.1. Ellenőrző kérdések

1. Mit nevezünk Malpighi készüléknek?
 - a) a hajszálérgomolyagot
 - b) a hajszálérgomolyagot és a Bowman tokot együttesen**
 - c) a hajszálérgomolyagot, a Bowman tokot és a kanyarulat csatornát együttesen
2. Melyik hormon serkenti a vérképzést?
 - a) A renin
 - b) az EPO**
 - c) az adrenalin
3. Mi a tubuláris reszorpció fogalma?
 - a) a vesemedencéből történő vízvisszaszívás
 - b) a kanyarulat csatornák falán keresztüli folyadék visszaszívás**
 - c) a Bowman tok falán keresztüli folyadék visszaszívás



4. Hogyan csökkenti a vese a vér pH értékét?
- a) **fokozza a H⁺ ürítést**
 - b) fokozza a bikarbonátürítést
 - c) fokozza a tejsavürítést
5. Melyik vese által termelt hormon segít a vérnyomás szabályozásában?
- a) EPO
 - b) ADH
 - c) **renin**



V. A sporttevékenységek felosztása erőteljességi övezetek szerint

Bevezetés (kompetenciák)

A különböző sporttevékenységek számos szempont szerint feloszthatók. Például a mozgás jellege szerint lehetnek ciklikus mozgások vagy aciklikusak, esetleg a tevékenységhez szükséges kondicionális képességek függvényében lehetnek állóképességi tevékenységek vagy ún. erősportok. Az edzőknek tökéletesen tisztában kell lenniük azzal, hogy sportolójukban milyen energiaszolgáltatási folyamatok bonyolódnak a mozgás során, hiszen csak így tudja meghatározni az edzések, a versenyek megfelelő intenzitását, tempóját. Ellenkező esetben a versenyzők besavasodnak, teljesítményük romlik és nem képesek kihozni saját edzettségüknek megfelelő teljesítményt.

A témakör elsajátításához szükséges időtartam 1-2 óra.

Kulcsszavak: Ciklikus, aciklikus mozgások, erőteljességi övezet,

V./1. Az erőteljességi övezetek jellemzői

A sportolás során megnyilvánuló erő kifejtés mértéke, intenzitása és időtartam függvényében a sportmozgások különböző erőteljességi övezetekbe sorolhatók. Ezek a maximális erő kifejtés, a szubmaximális, a nagy és a mérsékelt övezetek. Minél nagyobb az erő kifejtés mértéke, annál rövidebb ideig végezhető a mozgás. A két paraméter tehát fordítottan arányos egymással.

Az övezetek megállapítása elsősorban a mozgáshoz szükséges energia és ennek felszabadításához szükséges oxigén rendelkezésre állásának mértékén, arányain alapul.

A maximális erőteljességi övezetnek megfelelő, maximális intenzitással legfeljebb 35-40mp-ig vagyunk képesek dolgozni. Az energiaszolgáltatás alapvetően anaerob úton történik, így a tejsavszaporult szab határt a munkavégzésnek. Ilyen tevékenységek a 100m, 200m futás, 50m úszás versenyszámjai.

A szubmaximális övezetben 3-4 percig tudunk dolgozni. A szervezetben látszólagos egyensúly áll fenn az aerob energianyerési folyamatok és az oxigénkínálat között. A mozgás kezdetén, nagy iramváltások során, illetve a véghajtásban azonban jelentős az anaerob folyamatok szerepe, így az időtartam korlátozott. Ilyen versenyszámok a 400m, 800m futószámok, vagy az 500m kajakverseny.

A nagy erőteljességi övezet intenzitásának megfelelően sportolva 4 perctől 40 percig terjedő időtartamban tevékenykedhetünk. Ilyen erővel dolgozva az aerob energiaszolgáltatás a domináns. Az 500m, 1000m futószámok és az 1500m úszószámok ilyenek.



A mérsékelt erőteljességgel végzett mozgások során valódi egyensúly áll fenn az aerob energiaszolgáltatás és az ehhez szükséges oxigénkínálat között, így a mozgás órákon keresztül is végezhető.

V./2. Összefoglalás

Az erőteljességi övezetek jellemzőinek tökéletes megértéséhez az izomműködés energiaszolgáltatásának átisméltése a biokémiai tanulmányok felelevenítése szükséges. A folyamatok bonyolultsága elmélyült, összefüggés kereső tanulásra van szükség.

V./2.1. Ellenőrző kérdések

- Milyen időtartamban végezhető a szubmaximális erőteljességgel végzett sporttevékenység?
 - 1-2 perc
 - 3-4 perc**
 - 6-8 perc
- Milyen energiaszolgáltatás jellemzi a maximális erőteljességi övezetben zajló sporttevékenységet?
 - anaerob dominancia**
 - aerob dominancia
 - kevert energiaszolgáltatás
- Milyen erőteljességgel dolgoznak az 500-as kajak versenyzők?
 - maximális
 - szubmaximális**
 - nagy
- Milyen energiaszolgáltatás dominál 60m-es futóverseny során?
 - anaerob alaktacid**
 - anaerob laktacid
 - aerob
- Melyik teljesítmény igényel nagyobb aerob energiaszolgáltatást az izomzatban?
 - 200m futás
 - 1500m gyorskorcsolya**
 - 100m úszás



VI. A kondicionális képességek élettani meghatározottsága

Bevezetés (kompetenciák)

A kondicionális képességek (erő, gyorsaság állóképesség) fejlesztésének módszerei az edzésmélet tantárgytémakörébe tartozik. Miután e képességek különböző szervrendszerek aktuális állapotától függ, teljesítőképességétől függenek, fontos alapos élettani tanulmányok előzzék meg a módszertani ismeretek elsajátítását. A kondicionális képességek fejleszthetősége a sportoló szervi, szervrendszeri fejleszthetőségének, esetleges korlátainak függvénye, így az edzők csak alapos élettani ismeretek birtokában lehetnek sikeresek.

A témakör elsajátításához szükséges időtartam 3-4 óra.

Kulcsszavak: erő, gyorsaság, állóképesség, munkahipertófia,

A különböző természetű sportágak végzése során a három kondicionális képesség különböző arányban nyilvánul meg az edzések és versenyek alatt.

Az **erő** mint kondicionális képesség a sportoló mozgása során, az izomzat által kifejtett kontrakciós erőnek a mértéke, mely a mozdulataiban érvényesül, hasznosul. Az erő meghatározásában elsősorban az izomzat és az idegrendszer állapota a meghatározó. Alapvető meghatározó az izomzat keresztmetszete, mely az edzések során kialakult munkahipertófia jele. Az erőedzések hatására nagy mennyiségben szintetizálódott szerkezeti fehérje (aktin, miozin, tropomiozin) az izomösszehúzó erejében hasznosul. Az izomkontrakció kiváltója az idegrendszeri impulzus. Ennek jellege a gerincvelőben található mozgatóidegsejtek típusától függ. A beidegzés jellege jelentős meghatározója az izomzat erő kifejtési mértékének, hiszen a sportoló izomrost összetétele e beidegzés függvénye. A fehér izomrost dominancia az erőfejlesztés egyik alapja, a nagy erőt igénylő sportokra való alkalmasság egyik számottevő faktora. A motoros egységek minél nagyobb arányú bekapcsolódása az izmok működtetésébe, fontos tényezője az nagy erő kifejtésnek. A mozgató egységek egyidejű működtetése (szinkronizáció) szintén jelentős hatással van a kontrakció erejének mértékére.

A **gyorsaság** a sportoló egyszerű vagy összetett mozdulatainak végrehajtási sebességével jellemezhető kondicionális képesség. E képesség alapján képesek a sportolók nagy sebességű mozgásokra, gyors irányváltásokra, megindulásokra, fékezésekre. A gyorsaság meghatározásában elsősorban az idegrendszer, másodsorban az izomzat állapota, tulajdonságai a fő befolyásoló tényezők. A gyors mozgató neuron dominancia (egyidejűleg a fehér izomrost dominancia) a gyors mozgások alapját képezik. A mozdulatok sebessége nagymértékben függ a mozgás koordinációjától is, ami szintén az idegrendszer összehangoló működésének eredménye. A kondicionális képességek összefüggései, egymástól való függésüket bizonyítja, hogy a gyorsaság jelentősen függ az izmok maximális erejétől. Egyszerű összefüggés, de igaz, hogy nagy erővel, gyorsabb mozgások hajthatók végre.

Az **állóképesség** a legösszetettebb kondicionális képesség. Az állóképességen a szervezet magas szintű, tartós munkavégzésre való alkalmasságát értjük. Jó állapotához az izomzat kiemelkedő anyagcsereszintű működésére, megfelelő izomrost összetételre (vörös rostdominancia) valamint fejlett légző és keringési rendszerre van szükség. A tartós magas intenzitású sporttevékenység aerob energiaellátás esetén végezhető, így a jó minőségű vérkép,



az edzett szív, a fejlett tüdő és légzőizomzat, és az finoman kapillarizált izomrostok magas aerob enzimmrendszeri aktivitása képezik e kondicionális képességünk élettani alapját.

A legtöbb sportági tevékenység során az említett kondicionális képességek kevert formában szükségesek. Ezeket a képességeket komplex kondicionális képességeknek nevezzük. Ilyenek a gyorsasági vagy gyorsasági erő, a gyorsasági állóképesség és az erőállóképesség.

VI./1. Összefoglalás

A kondicionális képességek különválasztva didaktikai szempontból tanulhatók ugyan, az életben azonban egy időben, sokszor keverten nyilvánulnak mozgásaink során. Az összefüggések megkeresése és meglátása nehéz tanulási feladat.

A témakör elsajátításához szükséges időtartam. 4-5 óra

VI./1.1. Ellenőrző kérdések

1. Melyik izomrost típus alkalmasabb állóképességi munkavégzésre?
 - a) a fehér izomrosta
 - b) vörös izomrost**
 - c) a gyors izomrost

2. Melyik kondicionális képesség megnyilvánulásában segít a nagyfokú izomhipertrófia?
 - a) a gyorsaság
 - b) az erő
 - c) mindkettő

3. Melyik kondicionális képesség függ nagymértékben a magas vörösvértest aránytól?
 - a) a gyorsaság
 - b) az állóképesség**
 - c) a maximális erő

4. Melyik kondicionális képességet befolyásolja leginkább az izmok kapillarizáltsága?
 - a) a gyorsaságot
 - b) a gyorsaságot
 - c) az állóképességet**

5. Melyik kondicionális képességet befolyásolja leginkább az idegrendszer működése?
 - a) koordináció
 - b) erő**
 - c) állóképesség



VII. A kondíció meghatározásának módszerei

Bevezetés (kompetenciák)

Az edzők alapvető érdeke, hogy sportolóik edzettségéről, aktuális állapotáról folyamatos és egzakt információval rendelkezzenek. Ennek ismeretében alakíthatják hatékonyan edzésterveiket, eszerint iktathatnak be pihenési szakaszokat a felkészülési programba. A kondíció meghatározásának pontos vagy tájékoztató jellegű felmérése számos teszttel, terhelés-élettani méréssel valósítható meg. Ezek ismerete az edzői tudás egyik kulcs komponense.

Az ismeretek elsajátításához szükséges időtartam 5-6 óra.

Kulcsszavak: Martinet próba, Harvard féle lépcsőteszt, Cooper teszt, Conconi, ergométer, anaerob küszöb, oxigén pulzus, vita maxima, steady state.

VII./1. Egyszerű terheléses próbák

A kondíció meghatározása kis eszközigénnyel, egyszerűen végrehajtható terheléses próbákkal történhet. A sportágra jellemző mozgásformák alkalmazásával, pályatesztek segítségével vagy általános, minden sportág képviselője számára eredményesen alkalmazható próbákkal valósítható meg.

A **Martinet próba** a legegyszerűbb verzió, mely mindössze 20 guggolásból áll. A gyakorlat előtt illetve után mért vérnyomás és pulzusszám értékek alapján értékelhető. A nyugalmihoz viszonyított változások illetve a pulzusmegnyugvás értékeiből vonható le következtetés a sportoló aktuális edzettségére, pihentégi állapotára. Csak tájékoztató jellegű vizsgálat.

A **Harvard-féle lépcsőpróba** nagy terhelést ró a végrehajtójára. Fél méter magas zsámolyra kell fellépni másodpercenként egyszer öt percen keresztül. A próba után a Harvard féle mérési technikával értékelendő az edzettségre vonatkozó információ. A mérés a pulzusmegnyugvás dinamikájának ellenőrzésén alapuló eljárás. Miután a próba nagy terhelést jelent, módosított (háromperces változat) végrehajtásra is van lehetőség, idősebbek, vagy gyengébb edzettségűek számára.

A **Cooper teszt** az egyik legismertebb állóképességet felmérő eljárás. A feladat során 12 perc alatt kell lefutnia a vizsgálati személynek a lehető legnagyobb távolságot. A megtett út alapján (táblázatból ellenőrizve nem és életkor alapján) vonható le az edzettségre vonatkozó következtetés. Csak terheléshez, edzésekhez szokott sportolók számára ajánlható a hatékony erőbeosztásra való képesség jelentősége miatt.

A **Conconi teszt** A pulzusszám terhelés alatti detektálása, majd számítógépes értékelése alapján zajlik. A terhelés nagyságának függvényében lineárisan emelkedő pulzusszám törési pontjának megállapítása a módszer célja. Conconi szerint a törésponthoz tartozó terhelési szint a vizsgálati személy anaerob küszöbénél figyelhető meg, így a vizsgálat, non invazív



módon anaerob küszöbecslésre van lehetőség. A vizsgálat eszközigényes (komputeres pulzusanalízis).

VII./2. Terhelés-élettani laboratóriumi tesztek

A sportolók edzettségének precíz meghatározása komoly eszközparkot, speciális szakemberhátteret igényel. Ezeknek a követelményeknek a terhelés-élettani laboratóriumok felelnek meg. A fejlett eszközök segítségével vizsgálható a szív és keringési rendszer terhelés alatti működése, a légzésfunkció változása és a mért adatokból kalkulálhatók a vizsgálati személy anyagcsere folyamatai, értelmezhetők energiaszolgáltató működései is.

A fizikai terhelés precíz adagolása **ergométerek** (futószalag, kerékpár, evezőgép, stb.) segítségével lehetséges.

Főbb mérhető paraméterek:

A szív alkalmazkodási képességét a nyugalmi és a terhelés során mérhető pulzusszám értékekkel illetve ennek terhelés során megfigyelhető változásán keresztül értelmezhetjük. Conconi teszt alapján az anaerob küszöb is becsülhető általa.

A vérnyomás változások szintén a keringési rendszer állapotát, alkalmazkodó képességét tükrözik.

A légzésszám változások, és a légzési térfogatok mérésével a légzési szervrendszer működése vizsgálható (spirometria). Gázcsere analízissel összekapcsolva a felhasznált oxigén és a termelődött széndioxid arányát is mérhetjük. Ebből (RQ) a sportoló szervezetében zajló energiaszolgáltató folyamatok gazdaságosságára következtethetünk. A gázcsere mérése lehetőséget ad az anaerob küszöb mérésének egy másik, tájékoztató meghatározására is (RQ érték 1.0 fölé emelkedése).

Több szervrendszer működési paramétereinek összevonásával további, komplex szervrendszeri információk szerzése is lehetővé válnak. Az **oxigénpulzus** az egy pulzusra eső oxigénfelhasználást mutató adat, mely a légzés és keringés együtműködésének mutatója.

A maximális oxigénfelvevő képesség (aerob kapacitás, $VO_2 \text{ max}$) az egész szervezet (keringés, légzés, izomzat) gazdaságos együtműködését jelző komplex mutató. A terhelés során mért aerob kapacitás értéket, a különböző testméretű vizsgálati személyek összehasonlíthatósága érdekében elosztják a testtömeggel. Ez az úgynevezett relatív aerob kapacitás, melynek átlagos értéke felnőttekben 35-40ml/ttkg/perc. Jól edzett, alkatilag megfelelő sportolók 75-80ml/ttkg/perc értékekkel rendelkeznek.

A vizsgálatok lebonyolításának több formája ismeretes. A **vita maxima terhelés** során fokozatos terhelésnövelés során juttatjuk el a vizsgálati személyt a teljes kimerülésig, így megállapítva maximális teljesítőképességét. A **steady state terhelés** során tartós, folyamatos terhelési szintet alkalmazunk, mely közben a keringés, légzés és anyagcsere folyamatok ellenőrzése végezhető el.



Az anaerob teljesítmény, az anaerob kapacitás mérése a Wingate teszt segítségével lehetséges, mely 30 másodperces, pedállenállással szemben végzett, maximális erővel történő kerékpározás. A vizsgálat eredményeként a sportoló izomzatának teljesítményéből, az anaerob energiaszolgáltató képességéről tájékozódhatunk.

VII./3. Összefoglalás

A terhelés-élettani vizsgálatok a korszerű sporttudományi analízis legfontosabb módszereinek tekinthetők. A gyakorlatban, az edzők számára hasznosítható alkalmazásuk olyan speciális szakemberek bevonását feltételezi, akikkel együttműködve magas szintű, korszerű, és főleg hatékony edzéstervezés valósulhat meg. A módszereket a sportágfüggően, a sportolókra szabva szükséges kiválasztani.

VII./3.1. Ellenőrző kérdések

1. Milyen adatokból vonható le következtetés a Martinet próba által?
 - a) **a pulzusszám megnyugvási adatokból**
 - b) az aerob kapacitás értékéből
 - c) a légzésszám adataiból

2. Milyen vizsgálat a Cooper teszt?
 - a) az erő meghatározására alkalmas teszt
 - b) a gyorsaság meghatározására alkalmas próba
 - c) **az állóképesség meghatározására alkalmas teszt**

3. Mi a Conconi teszt célja?
 - a) az aerob kapacitás meghatározása
 - b) **az anaerob küszöb meghatározása**
 - c) az állóképesség meghatározása

4. Mely vizsgálat állapítható meg az oxigénpulzus értéke?
 - a) Conconi teszt
 - b) **terheléses gázcseanalízis vizsgálat**
 - c) Harvard féle teszt

5. Mekkora egy átlagos felnőtt ember (nem sportoló) relatív aerob kapacitása?
 - a) 20-25 ml/ttkg/perc
 - b) **35-40 ml/ttkg/perc**
 - c) 75-85 ml/ttkg/perc



VIII. A tiltott teljesítményfokozás módszere, káros hatásai

Bevezetés (kompetenciák)

A doppingkérdés a sport legsötétebb árnyoldala, melynek okaival és káros hatásaival minden edzőnek tisztában kell lennie. A jó edzők minden erejükkel a doppingolás ellen kampányolnak. Ezt hitelesen csak pontos tudás birtokában tehetik. E fejezetben a tiltott teljesítményfokozás eszközeivel, azok csoportjaival, valamint különböző doppingolási módszerrel ismerkedhet meg a leendő edző.

A témakör elsajátításához szükséges időtartam 3-4 óra.

Kulcsszavak: Tiltólista, dopping, anabolikus szteroidok, vizelethajtók, antiasztmatikumok, béta blokkolók,

A doppingolás tiltásának két fő oka ismert. Az egyik a sportolók egészségének védelme, hiszen minden tiltott szer és módszer kisebb, nagyobb károsodás okoz, rövid illetve hosszútávon a versenyzők szervezetében. A másik ok a tiszta versenyzés megőrzésének céljában keresendő. A versenyzők közötti esélyegyenlőség úgy biztosítható, ha mindenki azonos feltételekkel készül és versenyez. A doppingoszt használók jogosulatlan előnyre tehetnek szert, ami az esélyegyenlőség felborulásához vezet.

A versenyzők ellenőrzése alapvetően vizeletvizsgálat segítségével történik, de az utóbbi évtizedben már vérminta elemzése is lehetőség az ellenőrök számára. A levett mintát két részre osztják, melyek közül az „A” mintát vizsgálják, majd negatív eredmény esetén a „B” mintát 10 évre elraktározzák. Erre azért van szükség, mert sokszor olyan doppingoszt használnak a sportolók, melyet a vizsgálat időpontjában még nem ismernek az ellenőrök. Pozitív eredmény esetén a sportolóra eltiltás vár, mely a néhány hónaptól a végleges eltiltásig terjedhet.

A beteg sportolók számára lehetőség van doppinglistán szereplő gyógyszer alkalmazására, melyet külön engedélyezési eljárás keretében kérelmezhet.

A doppingosztok hatásuk szerint több csoportba sorolhatók.

VIII./1. Az anabolikus szteroidok

Szteránvázis molekulák, melyek fehérje-anabolikus (fehérjebeépülést, izomgyarapodást) okoz a sportoló testében. Főleg a nagy erőt, gyorsaságot és a nagy izomtömeget igénylő sportolók körében használatos. Hosszú időn keresztül (hetek, hónapok), főként a felkészülés időszakában alkalmazzák. Számos szerv működését károsítja. A máj, a szív, a vese működése hosszútávon sérülhet. Az anabolikus szteroidok a tesztoszteron (hím nemi hormon) a nemi funkciók felborításával, különösen a nőkben okoz működészavarokat.

VIII./2. Anabolikus hatású nem szteroid szerek



Az izomzat fehérjesszintézisét, az erőt, robbanékonyságot fokozó készítmények. Fontos tagjai a növekedési hormon és az IGF. A növekedési hormon az erőfejlesztést jelentősen támogató szer, mely az anyagcsere folyamatokba beavatkozva, hosszútávon akár cukorbetegséget is okozhat. Kimutathatósága nehézkes. Az IGF (insulinlike growth factor) a növekedési hormonhoz hasonló hormonszerű anyag, mely az erő, sőt az állóképesség fejlesztését is hatékonyabbá teheti.

VIII./3. Központi idegrendszeri izgatószer

A testsúlyszabályozás (fogyasztás) támogatásra és a fáradtságküszöb megemelésére használják. Fokozzák a szervezet izgalmi állapotát (szimpatikus hatás), így növelik az energiamozgósítás lehetőségét. Csökkentik a fáradtságérzést, mely akár életveszélyes helyzetbe is sodorhatja a versenyzőt. A fáradtság fontos jelzője szervezetünk teljesítőképességi határának. Ennek kiiktatása túlterhelést, akár életveszélyes túlterhelést okozhat. Ezeket a készítményeket csak a verseny napján alkalmazzák, hiszen folyamatos használata lehetetlenné tenné a sportoló pihenését, alvását.

VIII./4. Vizelethajtók

A vizelethajtók segítségével a sportolók a korábban használt doppingerek ürülését fokozhatják.

Segítségükkel csökkenthető a testsúly, amiért súlycsoportos sportágakban a mérlegelés előtti napon használatos.

Esztétikai sportágakban (testépítés, fitness) a testforma kidolgozottságát javíthatja. Használatuk során életveszélyes mellékhatásaik lehetnek. A folyadék mellett több életfontosságú só, iont is kihajtanak a szervezetből, ami szív működési zavarokat, akár szívleállást is okozhat.

VIII./5. Antiasztmatikumok

A tüdőasztma ellenes szerek a légzőrendszer működésébe avatkoznak be, a légutak, a hörgők tágítása segítségével. Főként állóképességi sportágak képviselői használják, az oxigénfelvétel fokozásának szándékával. manapság csökken a sportolók általi használatuk.

VIII./6. Kábító fájdalomcsillapítók

Elsősorban a sportszerű élet megőrzése érdekében került fel a tiltólistára ez a csoport. Teljesítményfokozó hatásuk elenyésző. A példaképnek tekintett élsportolók rossz mintázat szolgáltatnának, ha kábítószerek használóiként kerülnének a média figyelmének fókuszába.



VIII./7. *Béta blokkolók*

A béta blokkolók a szívritmuszavarok kezelésében és a vérnyomás csökkentésében használatos szerek csoportja. Speciális sportágak versenyzői használják. Ilyenek a lövészek és néhány technikai sport (autóversenyzés, motorcsónak versenyzés, stb.) sportolói. Szívritmust csökkentő, „nyugtató” hatásuk a fokozott, a versenyzést zavaró szervi aktivitást (szív, légzés) mérsékli.

VIII./8. *Összefoglalás*

A tiltott teljesítményfokozás sok évtizedes múltja bizonyítja, hogy az ellen való küzdelem, csak felkészült, tanult sportszakemberek összefogásával lehetséges. A doppingolás tiltásának nincs alternatívja, csak így kerülhetőek el a szervi károsodások, az inkorrekt versenyzői viselkedésformák.

VIII./8.1. *Ellenőrző kérdések*

1. Mi a doppingolás tiltásának oka?
 - a) a tiszta versenyzés elérése
 - b) a versenyzők egészségének védelme
 - c) **mindkettő**
2. Hány évre tárolják a levett „B” mintát
 - a) 6 év
 - b) 8 év
 - c) **10 év**
3. Melyik csoport hatóanyagai segítik az izomzat vastagodását, fehérjebeépülési folyamatait?
 - a) antiasztmatikumok
 - b) **anabolikus szteroidok**
 - c) béta blokkolók
4. Milyen időtartamú eltiltás a legtöbb, amit egy doppingvétséget elkövetet sportoló kaphat?
 - a) maximum 4 év
 - b) maximum 8 év
 - c) **örökre**
5. Melyik sportág versenyzői számára tiltott a béta blokkolók használata?
 - a) úszók
 - b) **sportlövészek**
 - c) amerikai futballisták



IX. Irodalom:

Dr. Osváth Péter: Sportélettan sportegészségtan 2017. Budapest

Hans Hermann Dickhuth: Sportélettan sportorvostan Dialóg Campus 2005.

Dr. Pavlik Gábor: Élettan.sportélettan Medicina, Budapest 2013.

Edzői ismeretek a gyakorlatban Magyar edzők társasága és a Testnevelési Egyetem kiadványa 2018.

W. D. McArdle, F. Katch, V. Katch: Exercise physiology Lea & Febiger, Philadelphia/London