

TESTNEVELÉSI EGYETEM

BA levelező Vitorlás Edzői Szak

A VITORLÁZÁS FIZIKAI KÉPESSÉGEI 1

A képességfejlesztés elméleti háttere

A tantárgyat oktató előadó:

Dr. Rácz Levente

A tantárgy óraszámja összesen:

8 óra (4x2 óra)

A tantárgy oktatása mely félévekben kerül sorra:

1. félév

A tantárgyi ismeretek megnevezése: vitorlázás általános és sportágspecifikus kondíció fejlesztésének elméleti háttere, elvi és módszertani megközelítése

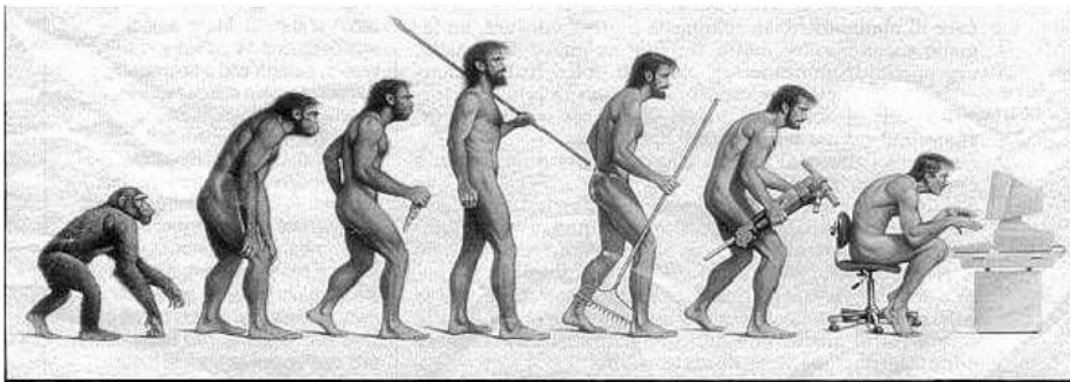
2019

Tartalom

1. Bevezetés	3
2. A képességfejlesztés meghatározó tényezők	4
2.1. A képességfejlesztés adaptációs megközelítése	4
2.2. A képességfejlesztés sportági megközelítése	13
2.3. A képességfejlesztés funkcionális megközelítése	16
3. Kiemelten és komplexen fejlesztendő képességek a vitorlázásban	19
3.1. Stabilitás és mobilitás	21
3.2. Erő-sebesség-teljesítmény	26
3.3. Állóképesség	28
4. A képességfejlesztés módszertani elvei	30
4.1. Funkcionalitás elve	30
4.2. A gyenge láncszemhez igazodás elve	30
4.3. A fokozatosság elvének újra értelmezése	30
4.4. A technikai kritériumok meghatározásának és betartatásának elve	31
4.5. A terhelési tényezők optimalizálásának elve	33
5. Referenciák	35

1. Bevezetés

A vitorlázás, egyrészt mint nagy hagyományokkal rendelkező sport, hangsúlyt fektet maradandó értékeinek generációról-generációra történő átörökítésében, másrészt mint technikai sport mindig is fogékony volt a legújabb innovatív technológiák gyakorlatban történő hasznosítására, alkalmazására. Az infokommunikációs forradalom azonban a sport szempontjából nem csak pozitív hatással van az újabb generációkra. A sportolók fizikai képességeinek háttérében lévő szervrendszereket, mint ideg-izom és mozgatórendszert, a szív-keringési rendszert, a légzőrendszert, az emésztő rendszert valamint a neuro-endokrin rendszert is számos károsító környezeti hatás éri. A „z”, „alfa” és „béta” generációk esetében lényegesen nagyobb urbanizációs deficittel kell számolnunk, amelyeket a képességfejlesztés rendszerén keresztül ellensúlyozhatunk.



Valahol, valami rossz irányba fordult!!!

1. ábra az emberi faj evolúciója

„A társadalmunkat átok sújtja az ülő életmódot folytató kamaszoktól kezdve a felnőttekig és a könnyebb utat választó sportolókig. Az orvosi modellünk nem működik, mivel csak a következményekkel foglalkozik, miközben nyilvánvaló, hogy a **valódi megoldás a proaktív hozzáállás a gondolkodásmód, a táplálkozás, a mozgás és regeneráció területén**”

Mark Verstegen

A képességfejlesztés területén, az utóbbi évtizedben, jelentős szemléletbeli változások mentek végbe. Új irányzatok, és eszközök jelentek meg, amelyek lényegesen hatékonyabb, és differenciáltabb edzést illetve adaptációt tesznek lehetővé az élsport területén is. Tapasztalatom szerint, azokban a sportágakban, amelyekben a sportág specifikus képzés mellett hangsúlyt fektetnek a kiegészítő fizikai felkészítésre, kellően nyitottak a saját képességfejlesztő rendszerük felülvizsgálatára, új ismeretekkel való frissítésére, valamint új eszközök integrálására.

Az elmúlt két olimpiai ciklusban számos hajóosztályban és több korosztályban is, nemzetközi szinten eredményes vitorlázó versenyzők szárazföldi erőnléti munkáját volt szerencsém irányítani. Nem csupán az edzéseik koordinálása, hanem képességeik és alkalmazkodási folyamataik objektív ellenőrzése, valamint a fejlesztési folyamatokhoz történő

visszacsatolása is a feladatom volt. Tulajdonképpen a teljesítményüket meghatározó és befolyásoló faktorok céltudatos alakítása volt a feladat, a edzésterhelésük optimalizálásával, regenerációs folyamataik segítségével, táplálkozási szokásaik alakításával, valamint pszichés-mentális képességeik fejlesztésével.

Kutató munkám, edzői tapasztalataim, valamint a megismert és tesztelt új ismeretek módszerek, és elvek alapján készült ez a tananyag, azoknak az edzőknek, akik a vitorlássportban tehetséges fiatalok, eredményes és gondos képességfejlesztését hivatásuk kiemelten fontos területként tekintik. Az elméleti és az erre épülő gyakorlati ismeretek lehetővé teszik a versenyzők energiakészletének, idejének, figyelmének hatékonyabb, felelősségteljesebb felhasználását.

2. A képességfejlesztést meghatározó tényezők

Ebben a fejezetben olyan elméleti ismereteket tárgyalunk, amelyek különböző megközelítésből, modern szemléletben, a legújabb sporttudományos kutatási eredményekre támaszkodva, biztos alapul szolgálnak az általános és sportágspecifikus képességfejlesztés rendszerének kialakításához a vitorlázásban. Három különböző megközelítésben frissítjük, aktualizáljuk az interdiszciplináris ismereteinket:

- A képességfejlesztés adaptációs megközelítése
- A képességfejlesztés sportági megközelítése
- A képességfejlesztés funkcionális megközelítése

Ezeket a területeket a könnyeb érthetőség, követhetőség szempontjából külön-külön mutatjuk be, de hangsúlyozom, hogy integráltan kell támaszkodnunk az elsajátított tudásra egy-egy konkrét versenyzővel kapcsolatos edzésfeladat, vagy probléma megoldása során.

2.1. A képességfejlesztés adaptációs megközelítése

Az emberi organizmus különböző sejtekből, szövetekből álló szervrendszerek összehangolt szabályozott együttműködésén alapul. Lényegi tulajdonsága a dinamikus egyensúly (homeosztázis), amely számos biológiai faktor által meghatározott. Az életben maradás feltétele, hogy a homeosztázisunkat meghatározó tényezők a fiziológias tartományban maradjanak. Ezeket a határokat, az egészség és a testi épség megőrzése szempontjából elsődleges korlátozó tényezőként kell értelmeznünk. A külső ingerek a sportadaptáció szempontjából különbözőek lehetnek:

- A sportoló aktuális teljesítő képességét meghatározó és befolyásoló tényezők
 - vegetatív egyensúly, vagy annak megbomlása
 - a regenerációt befolyásoló tényezők
 - alvás mennyisége, minősége
 - energiapótlás mennyiségi és minőségi tényezői
 - hidratáltság (víz, ásványi anyagok, nyomelemek)
 - Immunrendszer aktuális állapota
 - egészség vs. betegség
 - gyulladások, rejtett gyulladások
 - mozgatórendszeri deficit
 - izomláz
 - sérülések
 - blokkok
 - deformitások
 - működési zavarok

- diszfunkciós minták
- Az edzés és versenykörülmények közvetlen fizikai környezete
 - felületek borítások minősége
 - sportfelszerelés teljesítménnyel összefüggő tulajdonságai
 - sporteszközök teljesítménnyel összefüggő tulajdonságai
 - stb.
- időjárási tényezők és konzekvenciák
 - *levegő és víz hőmérséklet*
 - *páratartalom*
 - *légnomás, légmozgás*
 - *áramlatok, hullámozgás*
 - *fronthatások*
- szociális, pszichés, emocionális hatások
 - *szűkebb tágabb közösségen belüli feszültség, konfliktus*
 - ellenfelek között
 - csapattársak között
 - edző-tanítvány között
 - edző-szülő között
 - családon belül
 - iskolán belül
 - *irreális célokból elvárásokból adódó belső-külső feszültség*
 - *kudarckerülő személyiségből adódó versenyláz, vagy apátia*
 - *introvertált személyiségből adódó önhibáztató működés*
 - *extrovertált személyiségből adódó hibaáthárítás miatti konfliktus*
 - *a versenyhelyzettel, a mások előtti szerepléssel összefüggő belső feszültség*
- Pszicho-motoros ingerek, és azok terhelési tényezői
 - *új ismeretlen edzésgyakorlat* – mozgástanulás – főként idegrendszeri fáradás
 - több kognitív kapacitás
 - több pszichés funkció
 - mozgástanulást segítő akaratlagos idegrendszeri és motoros funkciók
 - *ismert dinamikus sztereotip edzésgyakorlatok* – komplex szervezeti, a leggyengébb láncszemen alapuló központi és perifériás fáradás, amely a céljainknak megfelelően a terhelési tényezők terv- és szakszerű alakításával irányítható
 - edzésterjedelem optimalizálás
 - sorozatszám
 - ismétlésszám
 - intervallum idő
 - edzésintenzitás optimalizálás
 - inger erősség
 - külső teher nagysága
 - végrehajtás sebessége
 - Ingersűrűség (terhelés/pihenés időarány) optimalizálás
 - edzések között
 - edzésen belül
 - edzésblokkon belül
 - A versenyek terhelési profilja
 - egy vs. több versenyszám
 - bemelegítés – bevezetés – versenyzés folyamata
 - sorozat versenyterhelés
 - versenyszámok, futamok (meccsek)
 - intenzitása
 - ideje
 - sűrűsége

- regenerációs lehetőségek a versenyszámok futamok meccsek között
 - levezetés/átvezetés
 - fascia kezelés
 - masszázs
 - hidegterápia
 - mágnessterápia
 - mentáltréning
 - stb.

A különböző külső környezeti hatások, külön-külön és összegződve, stresszként hatnak az emberi szervezetre, amelynek belső környezetében kisebb-nagyobb változást, egyensúly eltolódást generálnak, valamint a szervezet rendelkezésre álló energiakészletét csökkentik, bizonyos esetekben ki is meríthetik. Már az edzés közben beindítanak olyan pszichofiziológiai mechanizmusokat, amelyek a stresszre adott szervezeti választ optimalizálják, valamint az egyensúly visszaállítását szolgálják. A stresszor megszűnését követően a szervezet visszaállítja egyensúlyi állapotát, regenerálódik. Amennyiben az inger nem ismétlődik meg, a szervezet ugyan megküzdött vele, de lényegi változás, alkalmazkodás nem történik. Ha ugyanaz az inger megismétlődik, a szervezetben adaptációt eredményez, amit az általa kiváltott fokozatosan csökkenő belső stressz jelez. Éppen ezért az ingerek erőssége és az ingersűrűség meghatározó a kiváltott edzés hatás és edzésadaptáció szempontjából.

Az alábbiakban a fizikai képességfejlesztés során közvetlenül az edzés gyakorlatok által célzottan ingerelt szövetek és szervrendszerek adaptációját meghatározó és befolyásoló tényezőit tárgyaljuk.

2.1.1.Mozgatórendszer

Az emberi test kinematikai lánc (csuklós rendszer), amelyben a tagokat testrészeknek, a csuklókat ízületeknek nevezzük. Az ízület minimálisan két csont összekapcsolódása inak, szalagok, rostos szövet, porcszövet és izmok által. Az ízesülő csontok ízületi felszínét hyalin (üvegporc) borítja annak érdekében, hogy a nagy igénybevételt elviseljék és a súrlódási erőt csökkentsék a mozgások során. Az ízületek funkciója: a test számára különböző kiterjedésű, irányú mozgások biztosítása annak érdekében, hogy a testnek minél nagyobb mozgási variabilitást biztosítson, és ugyanakkor a test stabilitását is szolgálja. (Tihanyi 2018) Az emberi mozgások kivitelezésében az aktív és passzív mozgatórendszer egymástól elválaszthatatlan együttműködése figyelhető meg.

Az emberi mozgatórendszer alkotóelemei tehát nem homogének. Van közöttük nagyon jó vérellátással, és saját energiaraktárakkal rendelkező aktív szövet, de közvetlen vérellátás nélküli, kötőszövetes burokból izolált passzív szövet is. Ezeknek az alkotóelemeknek a terhelésből adódó stresszre teljesen eltérő mechanikai viselkedésük, és természetesen az adaptációs folyamatuk is.

2..1.1.1. Aktív mozgatórendszer

A különböző testhelyzetek fenntartása, változtatása, továbbá a helyváltoztatás az aktív mozgató rendszer finoman árnyalt működését feltételezi. Az ideg-izom rendszer aktív állapotának következményeként számos, egymástól mechanikai szempontból eltérő tulajdonságot mutató, izomkontrakció jön létre. A legegyszerűbb izomműködés során az aktív izom külső erővel (legtöbbször a gravitációval) tart egyensúlyt. Ezt a látszólagos

mozdulatlanságot nevezük izometriás kontrakciónak. Amennyiben a külső erőnél nagyobb az izomfeszülés, az izomerő legyőzi az ellenállást, és az eredési és tapadási pont közeledésével rövidül, amelyet koncentrikus kontrakciónak neveznek. Amikor az izom pillanatnyi feszülésénél nagyobb külső erő hat, az izom eredési és tapadási helye távolodik, az izom megnyúlik, miközben feszülése növekszik. Ezt a kontrakció típusát nevezzük excentrikusnak.

A természetes mozgásaink során a fent említett kontrakció típusok egymással kombinálva fordulnak elő. Egy tárgy felemelése során például a mozgás kezdetén, amíg a résztvevő izmok feszülése nem nagyobb, mint a tárgyra ható gravitációs erő, izometriás kontrakció jön létre. A koncentrikus kontrakció csak azt követően következik be, amint az izom erő kifejtése meghaladja a teher súlyát. Egy másik gyakori esetben, amikor hosszú időn keresztül végzünk ciklikus mozgást (pl. járás, futás), azt láthatjuk, hogy a működő izmokat rövidülésük előtt közvetlenül nyújtó hatás éri. Vizsgálatok igazolták, hogy ez alatt a nyújtás alatt, az izom nem passzív, hanem aktív állapotban van (Chaveau 1896). Tehát ez az izomműködés tekinthető az excentrikus és koncentrikus kontrakciók szerves egységének, amelyet nyújtásos-rövidülési ciklusnak is neveznek (Komi és Bosco 1978, Norman és Komi 1979, Komi 1984.). Ugyanez a kontrakció típus figyelhető meg a reaktív (pliometriás) nagy teljesítményleadással végrehajtott hely- helyzetváltoztató mozgások során is, egyes sportágak technikai elemeiben illetve edzésgyakorlataiban.

A különböző kontrakció típusok szerinti működések során az izom maximális erő kifejtő képessége, fáradásának és regenerálódásának folyamata teljesen eltérő. Ezek ismerete nélkül nem érthető meg a különböző sportági technikai elemek, és mozgásformák biomechanikája, továbbá, nem alakítható ki a funkcionalitást hatékonyan segítő kondicionáló edzésprogram.

- Amennyiben a sportoló a képességeinek megfelelően helyes technikai kivitelezéssel eléri az egy ismétléses maximum (1RM) terhelését, akkor maximális akaratlagos idegrendszeri aktivitással hajtja végre a mozgulatot. A mozgáspálya bármely pozíciójában mért maximális izometriás kontrakció (MVC) során minimum 5%-al, de esetenként több mint 20%-al nagyobb erő kifejtés mérhető. Ennél akár 30-80%-al nagyobb erő kifejtésre is képes az izom excentrikus kontrakció MEC) alatt. Tehát a maximális erő kifejtő képesség egy izom, de egy komplett kinetikai lánc esetében is az izomkontrakciók relációja:

$$1RM < MVC < MEC$$

- A metabolikus energiafelhasználás (E) szempontjából fordított a helyzet, legnagyobb energiaigénye a koncentrikus kontrakciónak van, ezt követi az izometriás, és lényegesen kevesebb metabolikus energiát használunk excentrikus izomműködés során:

$$E_{1RM} > E_{MVC} > E_{MEC}$$

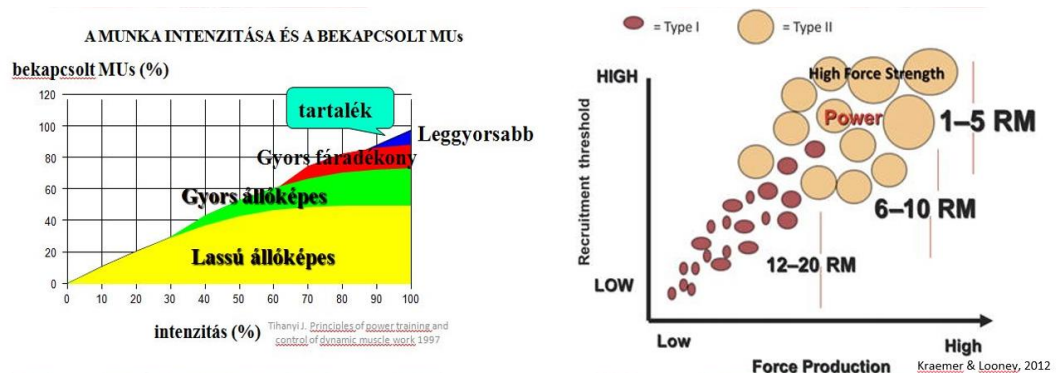
Ez abban is megnyilvánul, hogy az 1RM végrehajtása után legalább 2-3 perc szükséges, hogy újból meg tudjuk ismételni, míg az MVC-t akár 1 perc elteltével újra képesek vagyunk produkálni, míg az 1RM 120%-ával végrehajtott MEC-ből egy sorozaton belül akár 4-6 ismétlés is végrehajtható egy gyakorlott élsportoló számára.

- A mechanikai teljesítmény leadás (P) szempontjából a tisztán koncentrikus kontrakció során az 1RM mintegy 50%-ával képes az ember a csúcsteljesítmény elérésére. Ennél a teljesítménynél akár 20-30%-al nagyobb teljesítményt képes elérni ugyanezzel a külső ellenállással, ha a mozgulat kiinduló helyzetében közel maximális izometriás feszülésből felszabadítva, úgynevezett quick release

kontrakciót hajt végre. Ráadásul még ennél is akár még 20-30%-al nagyobb lehet a teljesítmény excentrikus előfeszülésből, azaz nyújtásos-rövidüléssel (SSC) kontrakció során:

$$P_{50\%1RM} < P_{MVC} < P_{SSC}$$

- A maximális akaratlagos kontrakciókkal, illetve a maximális teljesítmény leadással arra inspiráljuk az idegrendszert, hogy képes legyen több motoros egység aktiválására. Ez az alkalmazkodás két-három hét alatt bekövetkezik, miközben a hipertrófiával összefüggő erőnövekedéshez akár 8-12 hét is szükséges

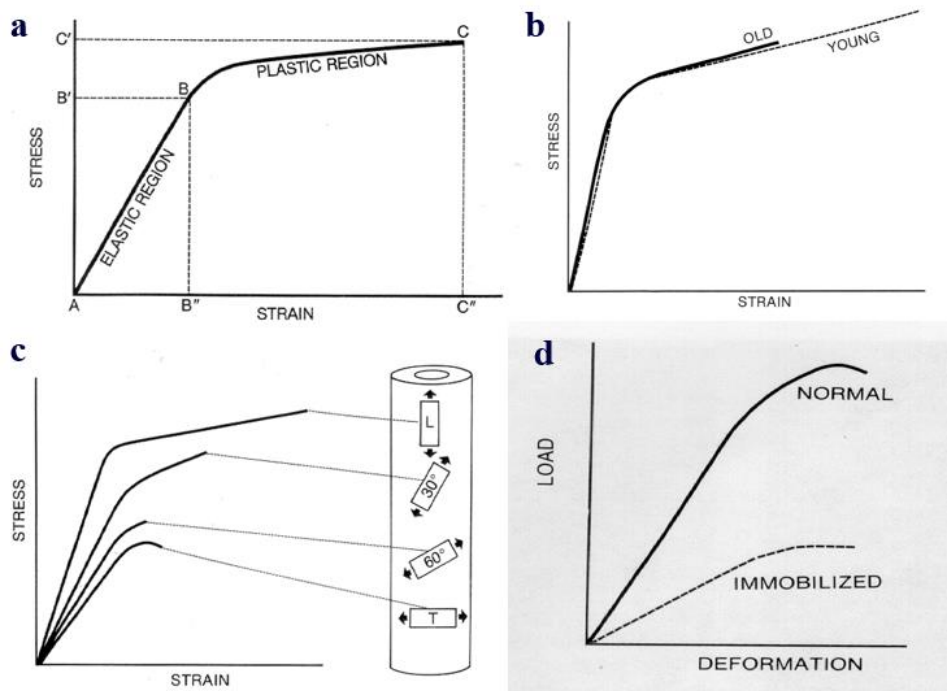


2. ábra a motoros egység aktiváció és az erő kifejtés összefüggése

2.1.1.2. Passzív mozgatórendszer

A passzív mozgatórendszer részei, az emberi test szilárd vázát adó csontok, a mozgatórendszer mozgékonyágát, mobilitását biztosító ízületi alkotóelemek, mint a porcok, szalagok és kötőszövetes ízületi tokok, valamint az izmokat elasztikusan a csontokhoz rögzítő inak. A mozgatórendszer terhelhetősége, és adaptációs potenciálja szempontjából gyenge láncszemeknek tekinthetők, így a képességfejlesztés tervezésénél korlátozó tényezőként kell tekinteni ezen alkotóelemek terheléssel szembeni viselkedésére, strukturális alkalmazkodási folyamataik dinamikájára, és befolyásoló tényezőire. Főként a direkt módszerekkel, szisztematikusan tervezett és végrehajtott erőfejlesztés esetében van szükség olyan tudományosan igazolt, és a gyakorlat által is alátámasztott komplex elvrendszerre, amely egyénileg is alkalmazható, garantáltan biztos objektív tényezőkön alapul. Az organikus fejlődéshez igazított koncepció, amely a csontrendszer egyéni fejlődési ütemét veszi alapul, a Balyi István nevéhez fűződő Long Term Athlete Development (LTAD) rendszer (Balyi és mtsai 2013).

- A csontok külső és belső hatásokkal szembeni mechanikai viselkedése, teherbíró képessége alapvetően strukturális összetevőinek köszönhetően kettős. A mechanikai stressz fokozódásával a csont a százalékban kifejezett relatív deformálódása (strain) jellegzetes karakterisztikájú (3/a ábra). Egyrészt a kollagén rostállományának függvényében elasztikus, másrészt az ásványi anyag tartalmának mértékében plasztikus. Az elasztikus szakaszban a csontot érő deformáció reverzibilis, az erőhatás megszűnésével a csont visszanyeri eredeti méretét és alakját. A plasztikus szakaszban azonban már belső strukturális változások is történnek a szerkezetében, amely maradandó deformációhoz, végül töréshez, vagy szakadáshoz vezet.



3. ábra a csontok mechanikai viselkedése (a), és befolyásoló tényezői: életkor (b), erőhatások iránya (c), immobilizáció (d)

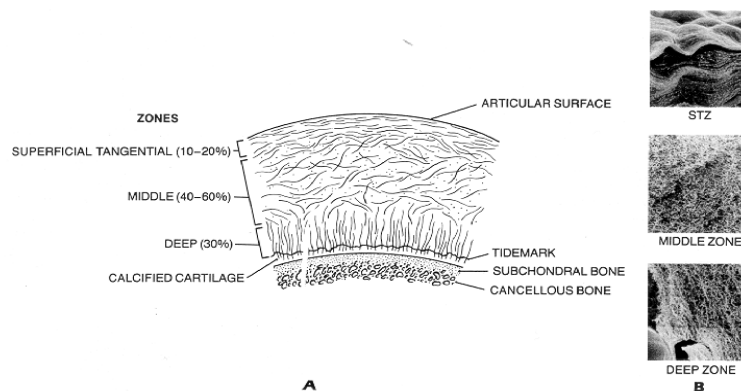
Végző méreteit és maximális teherbíró képességét az epiphysis záródás környékén éri el, de addig növekedése az emberi egyedfejlődés során jellegzetes dinamikával jellemezhető. Hosszanti növekedése hormonálisan meghatározott, de ásványi anyag tartalma a csontot érő fiziológiás terheléssel függ össze. Ebben domináns hatások a gravitáció, a járás, illetve futás közben fellépő impakt erőhatások által keltett rezgések, valamint az erőfejlesztés során, az izmok eredési és tapadási helyeire ható húzóereje.

A plasztikus szakasz dimenziói szoros összefüggésben vannak az ásványi anyag tartalommal, amelynek meghatározó faktorai az intenzív növekedési periódusban végzett fizikai aktivitás mennyiségi és minőségi tényezői. Ezt jól mutatja a fiatal felnőttek és az idős korosztályok közötti különbség a csontok mechanikai stresszre adott válaszában. Az elasztikus szakasz elhanyagolható különbséget mutat, míg a plasztikus szakaszban 40%-al kisebb deformáció, és 15-20%-al kisebb stressz már töréshez, szakadáshoz vezet (3/b ábra).

A csont az öt érő erőhatások közül a legnagyobb stressznek tengelyirányú nyomóerő esetében képes ellenállni (200 MPa), húzó erő esetében 65 %-ra esik vissza (130 MPa), viszont az erre merőleges nyíró erőnél (70 MPa) már 35%-ra esik vissza. Az erőhatások komplexen érik az emberi testet, és sok esetben kombinálódhatnak torziós vagy hajlító erőhatásokkal. A hétköznapi életben, de a sportban is, a különböző erőhatások, illetve az ezekből összegződő reakcióerő iránya legtöbbször bezár valamilyen szöget a csontok hossz tengelyével. Így a nyomó, vagy húzóerő komponens mellett mindig létrejön nyíró erő komponens is. Azonban, a csontok stresszel szembeni ellenálló képességének mind az elasztikus, mind a plasztikus szakasza jelentősen megváltozik az erőhatás és a csont axiális tengelye által bezárt szög függvényében (3/c ábra).

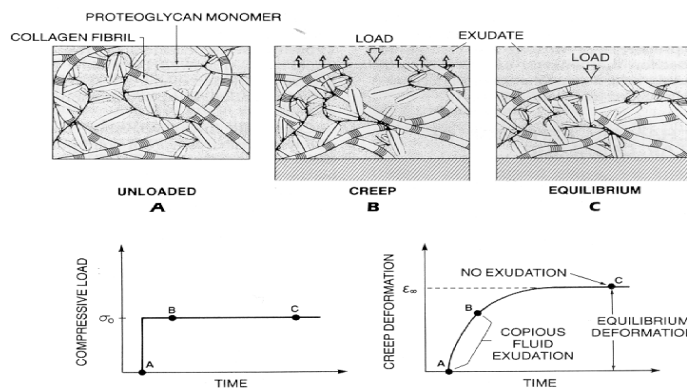
A csontok mechanikai stresszel szembeni ellenálló képessége szempontjából meghatározó az immobilizáció negatív hatása (3/d ábra), amelyre sportolók esetében, hosszabb kihagyás, vagy betegség után terhelést limitáló tényezőként kell tekinteni.

- Az ízületi porc, üvegporc az ízületi fejet és árkot borítja különböző vastagságban attól függően, hogy mekkora terhelés éri alkalmanként. A porcot legnagyobb részt folyadék és kollagén alkotja. A felülete sima, üvegszerű, de ennek ellenére nano méretű abszorbeált molekulák találhatóak rajta, amelyek a kenéshez szükségesek. A kollagénrostok a porc felső zónájában párhuzamosak a porc felszínével, a középső zónában nem orientáltak, az alsó zónában a csont felszínére merőleges elhelyezkedésűek (4. ábra).



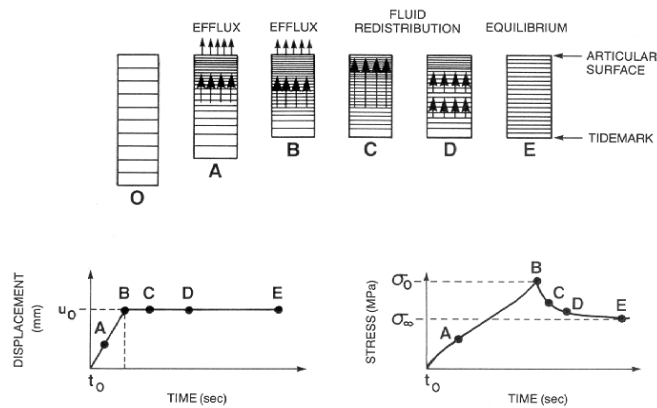
4. ábra a kollagén rostok elhelyezkedése az ízületi porcokban

A porc csont átmenet folyamatos, vagyis a porcban egyre nagyobb tömegben jelennek meg ásványi anyagok. Állandó terhelésre a válasza a kétfokozatú feszülés növekedés, amely a porcból kipréselt folyadék dinamikáját mutatja. A feszülés növekedés akkor válik állandóvá, amikor több folyadék nem préselődik ki és a külső és belső erő egyenlő lesz (5. ábra).



5. ábra a porc állandó terhelésre adott mechanikai viselkedése a kétfázisú feszülés növekedés

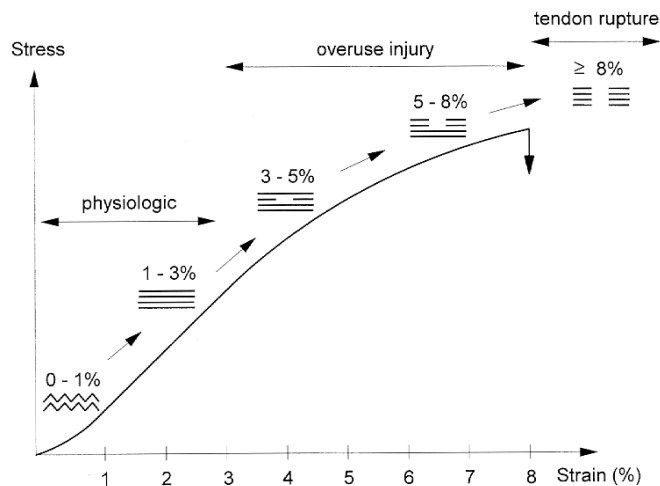
Állandó deformációra porc válasza a kétfokozatú stressz relaxáció, amely a deformáció hatására a porcban kialakuló anyagsűrűség változás okoz (6. ábra).



6. ábra A porcşövet állandó deformációra adott mechanikai válasza a kétfázisú stressz-relaxáció

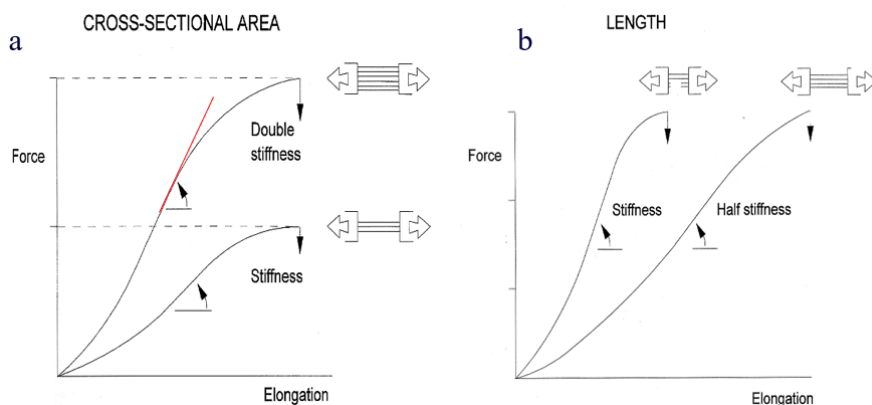
Az ízületi felszínek közötti kis súrlódású csúszást alapvetően két kenési módozat biztosítja: a határvonalkenés és a folyadékfilm kenés, amelynek további két változata a kiperéselt folyadékfilm kenés és a hidrodinamikai kenés. Határvonalkenés akkor történik, amikor a felszínek közötti távolság kicsi (1-100 nm), a folyadékfilm kenésnél a felszínek távolsága 20 μm -nél nagyobb. A kiperéselt folyadékfilm kenés létfontosságú a porc anyagcseréje miatt, mivel nincs kapillarizációja. A tápanyagokat csak a visszaáramló folyadék tudja biztosítani (Tihanyi 2018).

- Az ínak összeköttetést teremtenek az izom és a csontok között, transzferálják az erőket az izomról a csontra és fordítva. A szalagok két csontot kötnek össze az ízületekben. Mindkettő szerves, szerves anyagokból és folyadékból épül fel. A szerves anyagok jelentős része kollagén. A kollagénrostok kötegekbe rendeződve hozzák létre az ínat és a szalagot. Az ín és a szalag nyújtás hatására ellenállást fejt.



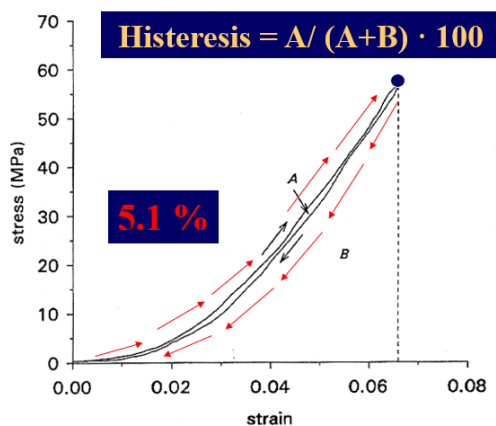
7. ábra az ín stress-strain görbéje

Kezdetben az ellenállás kicsi, majd fokozatosan, lineárisan növekszik (7. ábra). Az ín és szalag merevségének (stiffness) és nyúlékonyságának (compliance) mértékét a görbe meredeken felfutó szakaszán lehet meghatározni, azaz egységnyi nyújtásra eső erőnövekedés és fordítva. A merevség és a nyúlékonyság az ín, szalag méretétől függ. Minél vastagabb és rövidebb az ín, annál merevebb, minél vékonyabb és hosszabb, annál nyúlékonyabb.



8. ábra az ín mechanikai viselkedését befolyásoló faktorok: keresztmetszet (a), hossz (b)

Az ín és szalagok mechanikai tulajdonságai jellemezhetők az egységnyi keresztmetszeti területre eső erővel (stress) és a százalékban kifejezett megnyúlással (strain). A stress-strain görbe azonos az erő-deformáció görbével. Minél meredekebb a görbe annál nagyobb az elasztikus (Young modulus). Az ínban tárolt elasztikus energia nagysága, ami még visszanyerhető, az erő-deformációs görbe alatti területtel azonos. Az ín elasztikusságát a hiszterézis (9. ábra) kiszámolásával is jellemezhetjük. A hiszterézis az ín lassú nyújtása során nyert erő-megnyúlás görbe alatti terület és a visszaengedés során nyert erő- deformáció görbe alatti terület viszonyát fejezi ki százalékosan (Tihanyi 2018).



9. ábra a hiszterézis meghatározása

2.1.1.3. Komplex mozgatórendszer kineziológiai megközelítésben

Az emberi mozgás tudománya (kineziológiai) a funkcionális anatómiát, a funkcionális biomechanikát és a motoros magatartást egységes, egymással összefüggő rendszernek tekinti és vizsgálja.

A kinetikus lánc részei: a csont és izomrendszer (funkcionális anatómia), az ízületi rendszer (funkcionális biomechanika) és az idegrendszer (motoros viselkedés) (Clark és mtsai., 2000). A test stabilitásának fenntartásában két meghatározó izomrendszert különböztetünk meg, Bergmark a törzs vonatkozásában két csoportba sorolja az izmokat, és ezeket lokális és globális izomrendszereknek nevezi (Bergmark és mtsai., 1989).

A stabilizációs rendszer (lokális izomrendszer, rotátorköpeny):

- elsődleges feladata ízületek rögzítése, stabilizálása
- jelen van a perifériás ízületeknél is
- specifikusan nem mozgatók, de stabilitást biztosítanak egy ízület mozgásához
- általában a végtagok törzshöz közelebb eső részén találhatók
- nagy kiterjedéssel tapadnak az ízület passzív alkotóelemeihez, e kapcsolat teszi lehetővé az ízület merevítésében, stabilitásában játszott szerepüket

A mozgató rendszer (globális izomrendszer):

- elsősorban mozgatásért felelős
- ezek az izmok a nagyobbak
- fontos a szerepük az erőátvitelben a felső és alsó végtagokról a medence felé
- segítenek a testre ható külső terhelések elviselésében, azok kiegyensúlyozásában

A mozgató rendszer négy nagy alrendszerre osztható:

- **Oldalsó alrendszer (LS):** frontális síkban történő stabilitásban játszik szerepet, felelős a medence-combcsonti stabilizációért
 - m. gluteus medius
 - m. TFL
 - m. adductor complex
 - m. quadratus lumborum (ellenoldali)
- **Mély hosszúsági alrendszer (DLS):** meghatározó a szerepe a törzstől talajig történő erőátvitelben
 - m. erector spinae
 - m. fascia thoracolumbalis
 - ligamentum sacrotuberale
 - m. biceps femoris
- **Hátulsó ferde alrendszer (POS):** szinergikusan együttműködik a DLS-sel, keresztirányú stabilizációt nyújt a sacroiliacalis ízületre, keresztirányú síkban elosztja a rotációs mozgásokból létrehozott erőket
 - m. gluteus maximus
 - m. latissimus dorsi
 - fascia thoracolumbalis
- **Elülső ferde alrendszer (AOS):** (keresztirányú stabilizációs nyújt, végzi az LPHC dinamikus stabilizációját, segítenek a törzs rotációjában)
 - **m. obliquus internus abdominis**
 - **m. adductor complex**
 - **m. obliquus externus abdominis**
 - **csípő külső rotátorai**

Az optimális testtartás jó alapot biztosít a kinetikus lánc szerkezeti és funkcionális stabilitásának (Liebension CL és mtsai., 1996).

Abban az esetben, ha a kinetikus lánc egy elemének a többivel való összehangoltsága megszűnik, szöveti túlterhelés és diszfunkció alakulhat ki. Ez közvetlen-közvetett módon csökkenti a neuromuszkuláris kontroll hatékonyságát, következésképpen fokozza a sérülésveszélyt, amelyből gyakori jelenség a „halmozódó sérülési kör” kialakulása.

Az ilyen típusú diszfunkciós mintákat testtartásbeli torzulási mintáknak nevezzük (Dominguez RH és mtsai., 1982). A torzult testtartásbeli minták olyan állapotokra vonatkoznak, amelyekben a kinetikus lánc szerkezeti integritása veszélybe kerül, mivel

elemeinek összhangja, szinergiája megszűnik. Ez a változás olyan rendellenes torzító erőket hoz létre a kinetikus lánc szerkezetében, amelyek a diszfunkciós szegmens alatt és felett helyezkednek el. Ebből súlyos láncreakció indulhat el, amelyet az edzői stábnak azonnal kezelni kell, annak érdekében, hogy a szerkezeti integritás célirányos működési hatékonysággal tudjon tovább működni. Ahogy az fentebb is említésre került a kinetikus lánc bármely összetevőjének gyengesége, inadekvát működése a neuromuszkuláris kontroll megváltozását eredményezi, amely ezt követően mérsékelni fogja a stabilizációt és az erő kifejtés képességét (Headley BJ és mtsai., 1993). A változott kontroll működés hatására az alábbi jelenségek alakulhatnak ki: reciprok gátlás (megfeszített izom antagonistájában a feszülés mértéke csökken), szinergikus dominancia (elsődleges mozgatók helyett segítő izmok túlzott részvétele) és ízületi/artrokinetikus gátlás (adott ízület működését diszfunkció gátolja). A kialakult túlműködéses szindrómákat Janda és más további szerzők az következőképpen tipizálták:

- alsó végtagi izomzat torzult mintái (pronációs szindróma)
- felső végtagi izomzat torzult mintái (felső kereszt szindróma)
- ágyé-kismedence-csípő egység (alsó kereszt szindróma)

2.1.2. Szív-keringési rendszer

A szív-keringési rendszer az emberi szervezet tápanyag és oxigénellátásáért felelős szervrendszer. A szív egy négyüregű tömlőszerű szerv. Speciális izomszövettel (szívizom) rendelkezik, amely hosszútávon nagy munkavégző képességre képes. Önálló ingerképző és ingervezető rendszere vegetatív beidegzés és szabályozás alatt áll. Szintén vegetatív és hormonális szabályozással működnek az erek falában lévő simaizmok, amelyek szűkítésével, vagy tágításával szabályozza a szervezet a vérellátás lokalizációját. Terhelésre a szervezet szimpatikus vegetatív tónusa fokozódik, ami a keringés, terhelésnek megfelelő szintű fokozódását, a szív és az ideg-izom rendszer vérellátását biztosítja, miközben a zsigeri belső szervek vérellátását minimalizálja. Pihenéskor, a szervezet nyugalmi oxigén és anyagellátását biztosítva paraszimpatikus tónus érvényesül, amely az izmok vérellátását minimalizálja, miközben a belső szervekét a működésüknek megfelelően optimalizálja.

A szív-keringési rendszer fejlesztésének adekvát ingere a főként ciklikus nagy mozgásterjedelmű edzés gyakorlatokkal (úszás, futás, kerékpározás, evezés stb.) aerob intenzitás tartományban elvégzett, nagy terjedelmű edzőmunka. Az adaptáció a szívben morfológiai, és működésbeli változásokban testesül meg. Főként a bal kamra térfogata és falvastagsága növekszik meg, amely nagyobb ütőtér fogatot eredményez. Szabályozásban pedig az edzéssel összefüggésben, a maximális pulzusszám növekedése, illetve a nyugalmi pulzusszám csökkenése (edzésbradikardia) figyelhető meg. Az edzett szívvel rendelkező, illetve az állóképesség tekintetében edzett szervezet, nem csupán később fárad el, de sorozatterhelés közben és között is gyorsabban regenerálódik. Az alapállóképesség szervi háttérét biztosító szív-keringési rendszer fejlesztése minden sportoló esetében nagy jelentőséggel bír. Függetlenül a választott sportág állóképességi igényeitől, érdemes törekedni, a fogékonysági korban, az egyénben meglévő potenciál maximális kiaknázására. A szív méretbeli növekedése nem követi a testméretbeli növekedést, csak edzésadaptáció révén képes méretének és kapacitásának növelésére. Ez azt is jelenti, hogy intenzívebb növekedés periódusokban nagyobb hangsúlyt kell fektetni az állóképesség háttérében lévő szervrendszerek szisztematikus fejlesztésére.

2.1.3. Légzőrendszer

A légzőrendszer szoros együttműködésben a szív-keringési rendszerrel a szervezet oxigén ellátásának biztosításáért felelős. A tüdő funkcionálisan a kisvérkörön keresztül juttatja be az oxigént a keringésbe, és vonja el a széndioxidot. Mivel a tüdőhólyagocskákban a gázcsera mértéke és sebessége a parciális nyomáskülönbségen alapul, nagy jelentősége van a helyes légzéstechnikának. A mély, dominánsan rekeszi légzéstechnika a leghatékonyabb a szervezet számára. Az elégtelen, felületes, esetenként kapkodó mellkasi légzés, indokolatlanul vezet szervezeti oxigénadóssághoz, teljesítmény csökkenéshez, túlterheléshez.

A mély hasúri légzésnek jelentős szerepe van a törzs és medence mélyizom rendszerének aktiválásában, funkcióinak optimalizálásában. Ennek megfelelően, nem csak az állóképességi edzéseken, hanem az erőfejlesztés során is, már a bemelegítéstől kezdve hangsúlyt kell fektetni a gyakorlatok végrehajtását funkcionálisan is segítő légzéstechnika automatizálására

2.2. A képességfejlesztés sportági megközelítése

A vitorlássportozáshoz szükséges képességfejlesztés konkrét céljainak, követelményeinek, továbbá módszertanának meghatározásához elengedhetetlen a sportági teljesítmény és képességprofil kondicionális hátterének feltárása. Evvel kapcsolatban az alábbi területeket kell elemzés alá vonni:

- Taktikai-technikai eszközkészlet kondicionális követelményrendszere
- Biomechanikai: mozgásminták, kinetikai láncok, kontrakció típusok
- Metabolikus háttér: szervrendszerek fejlettsége, harmonikus együttműködése
- Kondicionális képességek sportágra jellemző egyensúly eltolódása
- Gyakori sérülések, és azok okai

2.2.1. Taktikai-technikai eszközkészlet kondicionális követelményrendszere

A különböző hajóosztályokban a hajóban betöltött szerepnek megfelelő feladatrendszert elemzésnek kell kitenni. A szakági edzővel, a versenyzővel, illetve video vagy fényképek alapján, konkretizálni kell azokat a kritikus testhelyzeteket (10. ábra), valamint hely, helyzetváltoztató mozgásokat, amelyek kondicionális szempontból kihívást jelentenek a versenyzők számára. Azt is meg kell határozni, hogy az egyes mozgásminták versenyhelyzetben milyen gyakorisággal, hányszor, illetve milyen időintervallumban fordulnak elő. Továbbá a versenyszabályoknak megfelelően verseny, illetve edzés közben objektív adatokat kell gyűjteni a különböző feltételek között történő vitorlázás élettani hatásairól



10. ábra Különböző hajóosztályok tipikus testhelyzetei

2.2.2. Biomechanikai elemzés: mozgásminták, kinetikai láncok, kontrakció típusok

A vitorlázó versenyzők a hajóban kvázi instabil alátámasztásban vannak, a hullámvás és a szél függvényében, dinamikusan változó külső körülmények között. Egy sokváltozós ingerrendszerben kell egyéni, illetve csapatszintű döntéseket hozni, valamint a döntéseknek megfelelő cselekvéseket végrehajtani. A hajó optimális helyzetben tartása érdekében, speciális testhelyzetben ellenforgatónyomatékokat kell képezniük, miközben a hajó mozgásának elősegítése érdekében a vitorla/vitorlák és a kormány helyzetének optimalizálása folyamatosan kontrollált feladat. A sportolók dinamikus mozgásai, illetve kvázi statikus helyzetei biomechanikai értelemben folyamatosan jelentkező, illetve hirtelen változó mechanikai stresszként hat a mozgatórendszer gyenge láncszemeire. A legkritikusabb és legnagyobb kihívást, hajóosztálytól függően, a „kiülő helyzet” megtartása jelenti. Ez magasszintű gerinc és ízületi stabilitást, és megfelelő szintű statikus erőállóképességet igényel a csípő és törzs mélyizom rendszer, valamint az alsóvégtagi elülső és hátulsó izomláncok esetében. Instabil folyamatos mozgásban lévő objektumon, az aktuális helyzetnek megfelelő sebességgel végrehajtott hely- és helyzetváltoztató mozgások az egyes ízületekben akár pillanatról pillanatra három dimenzióban változó erőhatásokat jelentenek, amelyeket célirányosan kell megtartani, legyőzni, vagy éppen fékezni. Tehát az összes létező izomkontrakció típus előfordul, és sokszor a másodperc tört része alatt kell váltani egyikből a másikba.

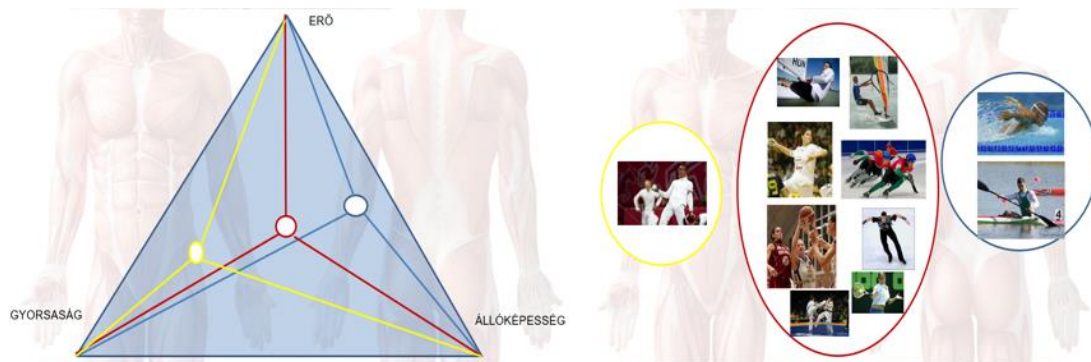
2.2.3. Metabolikus háttér: szervrendszerek fejlettsége, harmonikus együttműködése

A vitorlázó versenyző élettani és mechanikai értelemben vett terhelése széles spektrumon mozog. Az időjárási körülményektől függően, a látszólagos mozdulatlanságtól, a hirtelen bekövetkező nagy erőhatásokra történő reakciókig, az időkényszer alatt végrehajtott gyors mozgásokig, valamint a hosszú nagy erőkifejtést igénylő statikus helyzetekig mindenre fel kell készülniük. Sokszor kerülhetnek hosszabb-rövidebb ideig oxigénhiányos állapotba, amelyet terhelés közben kell pótolniuk. A szívnek változó perifériás ellenállás ellen kell dolgoznia, gondoljunk csak a maximálisan statikusan megfeszülő nagy izomcsoportokra, illetve a ciklikusan „pumpáló” dinamikusan megfeszülő majd ellazuló izmokra, de jusson eszünkbe a hideg szeles, illetve meleg párás időjárási körülmények izomtónusra gyakorolt hatása. A terhelés sokszor percekig anaerob küszöb felett van, és egy-egy futam, illetve verseny végére össze is adódik. Az ellenfelekkel és a természeti tényezőkkel való küzdelem az állóképesség szempontjából átlagosan 50-60 ml/min/kg relatív aerob kapacitást, 20ml/min/BPM feletti oxigénpulzust, de jelentős mértékű anaerob teljesítményt is elvár a

sportolótól, amihez az egyéni képességekhez mérten az anaerob küszöb jobbra tolása folyamatos feladatot jelent a sportoló számára. Hagyományosan a terepen való kerékpározás a leggyakoribb ciklikus kiegészítő sport a vitorlázók körében, de beltéri körülmények között az evező ergométer, karergométer és a jacob létra ergométer hasznos alternatívaként jöhet számításba. A légzéstechnika és a szélsőséges vizes közegben való magabiztos mozgás szempontjából, főként a fiatalabb korosztályok esetén az úszás elengedhetetlen kiegészítő sporttevékenység.

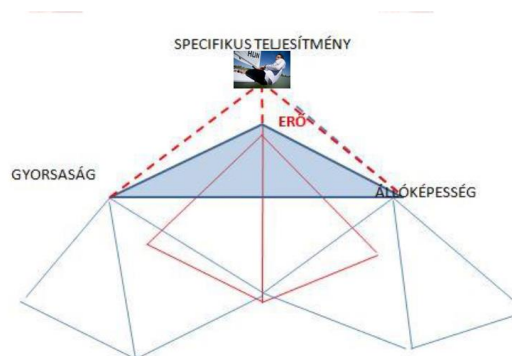
2.2.4. Kondicionális képességek sportágra jellemző egyensúly eltolódása

A vitorlázásban az eredményesség főként a sportágspecifikus agilitásra épül. Ez tipikusan multifaktoriális képességrendszer, amelynek kognitív és pszicho-motoros tényezői alapvetően feltételezik a kondicionális pillérek megfelelő színvonalát, a közöttük lévő egyensúly meglétét (11. ábra).



11. ábra A sportágak csoportosítása kondicionális orientáltságuk szerint

A hosszútávú felkészítés rendszerében, tehát, az erő, a gyorsaság és állóképesség alapjait is le kell raknunk, a koordináció, valamint az alapozó sporttevékenységek oldaláról. Továbbá, a sportoló kondicionális felépítése során, a fejleszhetőség feltételeinek figyelembevételével az egyensúly magasabb szintre történő fejlesztésére kell törekednünk. Erre az stabil kondicionális platformra építhető fel a sportágspecifikus teljesítmény (12. ábra)



12. ábra Kondicionális platform a sportágspecifikus teljesítmény alapja

2.2.5. Gyakori sérülések, és azok okai

A vitorlázásban a sportágra jellemző tipikus sérülésről nem lehet beszámolni. Természetesen a körülményeket tekintve baleseti veszélyforrás bőven akad, de ennek ellenére a balesetek gyakorisága nem nagyobb, mint más sportágakban. A vitorlázás mozgatórendszerre gyakorolt hatásában azonban jellemző, hogy a gerinc helyzete szempontjából szinte lehetetlen a neutrális görbületek optimális megtartása. Az ágyéki szakasz tekintetében sokszor kiegyenesedett lordotikus görbületet megtartva kell a pozícióban maradni. Természetesen a szárazföldi erőnléti edzések gyakorlatanyagával ezek a hatások kompenzálhatók, de akinél erre nem figyelnek ez a tartáshiba deformitásként rögzülhet. Az alsóvégtagi ízületek szempontjából jellemző a boka plantarflexióban való tartása, amely a dorzálflexiós mobilitás beszűkülését eredményezheti. A felső végtag esetében a dinamikus húzás mozdulatok dominanciája figyelhető meg, miközben a tolás mozdulat szinte meg sem jelenik a hajóban végzett sportágspecifikus mozgások között. Ez a két kinetikai lánc egyensúlyát rendszerint meg is bontja, viszont a szárazföldi edzéseken jól kompenzálható ez a rizikó tényező.

Minden más sérülésre hajlamosító tényező inkább adódik az egyéb környezeti hatásokból, valamint a sportoló egyéni adottságaiból. Természetesen a szárazföldi edzéseken egyéni kiegészítő gyakorlatokkal, a mozgásminták tökéletesítésével, illetve a megfelelő mozgatórendszeri egyensúlyok kialakításával a problémák orvosolhatók

2.3. A képességfejlesztés funkcionális megközelítése

Funkcionális megközelítésben az edzés, komplex, rendszerezett képességfejlesztő tevékenység, melynek célja emberi mozgatórendszer valamely alap, vagy magasabb rendű funkciójának kialakítása, megtartása, helyreállítása, vagy fejlesztése, illetve teljesítményének eredményességének növelése.

2.3.1. A funkció értelmezésének szintjei

A funkcionális kifejezés az utóbbi időben nagyon elterjedt, főként a személyi edzések területén emelték divatos hívószóvá, ami nem feltétlenül hatott pozitívan. A hagyományos régi edzéselméleti iskolák képviselői viszont szintén nem adnak létjogosultságot ennek a kifejezésnek. Érdemes tehát helyére tenni a fogalomrendszert.

- Az aktív mozgatórendszer szintjén az alapfunkció az akaratlagos aktív, illetve passzív állapot.
- A passzív mozgatórendszer szintjén a funkció külső-belső erők deformálódás nélküli elviselését, izomfeszülés rugalmas közvetítését a csontok között, valamint csontok súrlódásmentes elmozdulásának biztosítását jelenti.
- A komplett mozgatórendszer szintjén a funkció, az egyszerű és összetett ízületi mozgások fiziológiás tartományokkal határolt kivitelezését, helyzet és helyváltoztató mozgások végrehajtását jelenti
- A genetikailag kódolt elemi mozgások szintjén minden emberre jellemző alapfunkciókat már a képességfejlesztés szintjén is funkcionális szemléletben kell gondolnunk. A sportolók esetében sokszor korrekcióra szorulnak ezek a kinetikai láncok.

- A mindennapi élethez szükséges tanult mozgásformák szintén magasabb szintű funkcióknak tekinthetők. Minden ember számára fontos, a természeti és társadalmi környezetben való önálló és önellátó léthez szükséges célirányos mozgások ezek.
- A legmagasabb szinten a funkció egyes speciális területek mozgásanyagát jelenti. Számos döntés-cselekvés mechanizmust igénylő nehéz fizikai, karhatalmi, életmentő... foglalkozások, és a sport mozgásos cselekvései, technikai elemei tartoznak ide. Ezeken a területeken az alkalmasság és képesség kialakítása során csakis funkcionális szemléletben történhet.

2.3.2. A funkcionális edzésszemlélet anatómiai biomechanikai háttere

Az emberi mozgató rendszer felépítésében és működésében minden alkotóelem és kapcsolódás egy hosszú evolúciós folyamat eredményeképpen úgy alakult ki, hogy megfelelően stabil, de meglehetősen nagy mozgékonyssággal rendelkező összetett csuklós rendszerként alkalmas legyen a mozgások legszélesebb spektrumának koordinált, eredményes, gazdaságos végrehajtására. A kineziológiai és sporttudományos kutatások egy része, mint alkalmazott kutatás, kifejezetten a gyakorlatban is alkalmazható ismeretek pontosítását, objektív alátámasztását célozza. A funkcionális szemléletben egy-egy mozgás koordinációs mintájának elemzése, tér, idő és dinamikai szerkezetének vizsgálata, a képességfejlesztés területén hasznosul. Az utóbbi években a kutatások középpontjába került az emberi izomláncok kötőszövetes kapcsolatai és azok jelentősége a kinetikai láncok teljesítményére, illetve gazdaságos kivitelezésére.

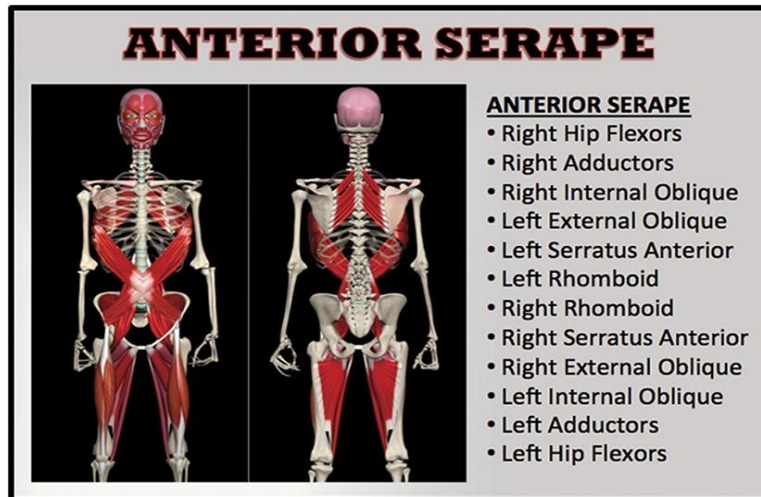
Santana és munkatársai 2015-ben megjelent publikációjukban leírták az emberi serape-k jelentőségét az magasabb rendű összetett mozgások során. Azt találta, hogy főként az egész testet igénybe vevő kinetikai láncok, minimális veszteséggel történő impulzus átvitelében van kiemelt szerepe, az alsó és a felső testet kötőszövetesen összekapcsoló diagonális lefutású izomláncolatoknak.

Alapvetően két izompályát nevezett meg:

- Anterior serape
- Posterior serape

Az anterior serape

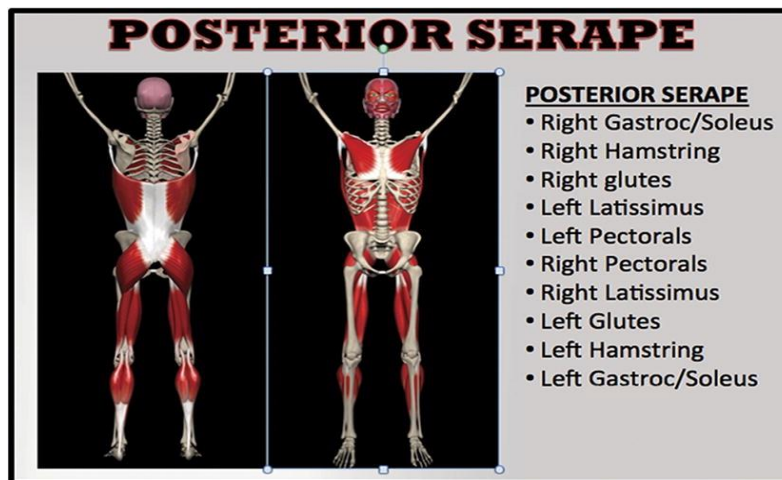
A törzs elülső felszínén kereszteződve, a jobb vállat köti össze a bal lábbal, illetve a bal vállat a jobb lábbal, Hátul a vállak a lapockákon keresztül a gerinchez csatlakoznak. A teljes serape így az egyik lábtól a törzsön, a vállon és a háton át, a másik vállon lefutva a másik lábban ér véget (13. ábra)



13. ábra Az anterior serape izomláncolata

A posterior serape

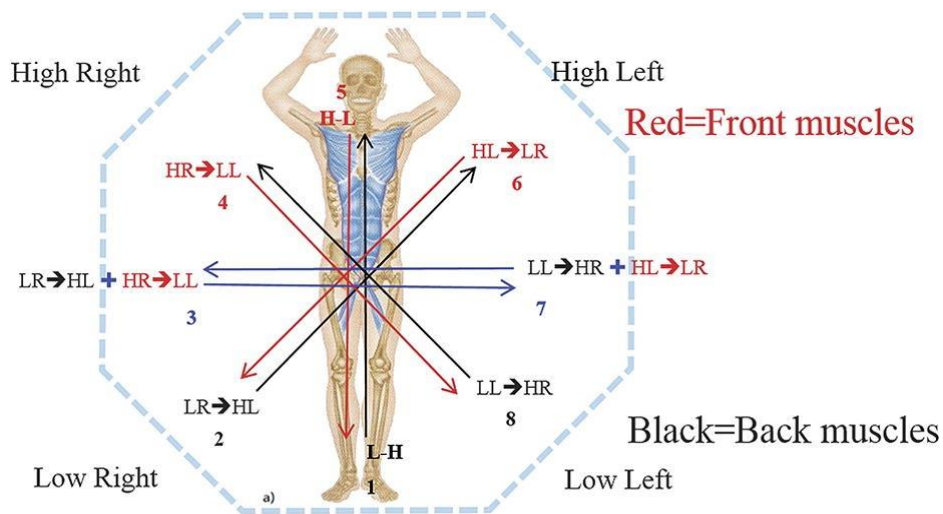
Az anteriorral ellentétes lefutású, funkciójú. Szintén a jobb vállat köti össze a bal lábbal, illetve a bal vállat a jobb lábbal hátul kereszteződve. Elöl, a vállak a nagy mellizmokon keresztül a szegycsonthoz csatlakoznak. A teljes serape így az egyik lábtól a farizmokon át a háton és a vállon át a szegycsontban ér véget, ahol a másik oldali kapcsolódás kezdődik és a másik lábban ér véget (14 ábra).



14. ábra posterior serape izomláncolata

Az aktívan átfeszített merev törzshöz kapcsolódó váll és csípőizmok hatékonyabban gyorsítják a végtagokat. Lényeges nagyobb impulzus átvitelt tesznek lehetővé a reciprok mozgások esetén, mint a sprintfutás, lépcsőzés, dobás, vetés, rúgás, ütés. Amennyibe stabil alátámasztásból indul egy mozgás, a talajreakcióerőre épülő kinetikai lánc végén jelentkező impulzus jelentősen megnövekedik. Amennyiben alátámasztás nélkül (vízben, levegőben) kell erőt generálni a végtagokban, a merev törzs egyfajta stabil pilléreként működik a nagyobb erőközlés elősegítésében. Edzésélettani alapszabály: a merev törzs elősegíti a végtagok mobilitását és az általános atlétikusságot (Santana és mtsai 2015). Kutatásai, és edzői tapasztalatai alapján 2016-ban megjelent könyvében publikálta új

Oktogon edzésmodelljét, amelynek mozgásanyaga kifejezetten a két serape izomláncainak harmonikus működésére épít (15.ábra).

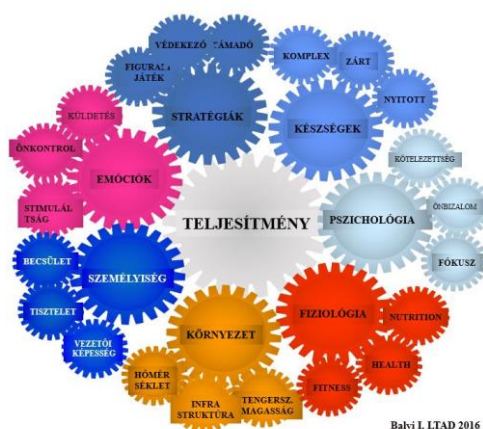


15. ábra Santana féle Oktogon edzésmodell (Santana 2016)

3. Kiemelten és komplexen fejlesztendő képességek a vitorlázásban

A vitorlássport hosszútávon jól működő spotáglejlesztési stratégiája szempontjából elengedhetetlen hajóosztályonként meghatározni, hogy a nemzetközi szintű eredményesség eléréséhez a versenyzőknek milyen kritériumokat kell teljesíteni. Szerencsés esetben a sportág legjobbjairól egyre szélesebb spektrumban állnak rendelkezésre objektív adatok, illetve trendek, amelyek összefüggésbe hozhatók a sportági teljesítménnyel.

A sportági teljesítményt, eredményességet meghatározó és befolyásoló tényezők meghatározása, valamint a közöttük működő összefüggések feltérképezése a képességfejlesztés megtervezésének első lépése. Ez a multifaktorális viszonyrendszer logikusan átlátható és értelmezhető a Balyi féle Long Term Athlete Development teljesítmény modellje alapján (16. ábra). Ebben hierarchikus rendben találhatóak azok a fő és alterületek, amelyek különböző ingerkörnyezettel fejleszthetők, gondozhatók (Balyi és mtsai 2013).



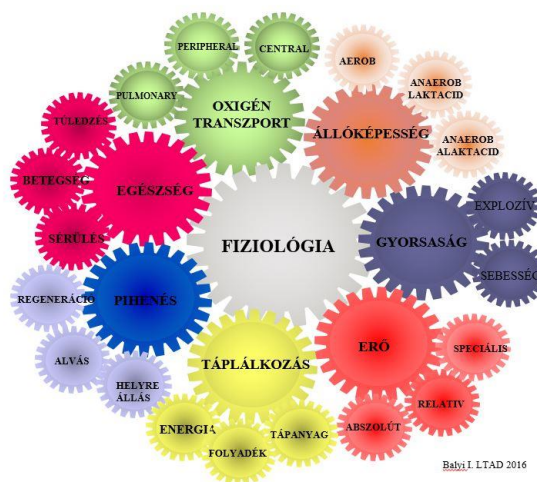
16. ábra A teljesítményt meghatározó faktorok (Balyi 2013)

A hatékony tehetségmenedzsment stratégiájának kialakítása érdekében, fontos azonosítanunk azokat a tényezőket, amelyekre hatékony befolyást gyakorolhatunk:

- pszichés-mentális fejlesztéssel
- szárazföldi képességfejlesztéssel
 - általános gyakorlatanyaggal
 - specifikus gyakorlatanyaggal
- sportágspecifikus képzéssel
 - technikai
 - taktikai
- Táplálkozási szokások individuális optimalizálásával
 - táplálkozási program
 - folyadékháztartás
 - táplálék kiegészítés
 - ásványi anyagok,
 - nyomelemek,
 - vitaminok
- Regeneráció hatékonyságának fokozásával
 - aktív regeneráció
 - passzív regeneráció

Természetesen minden tényező elengedhetetlen, és gondozása fontos az eredményesség szempontjából. Bármelyik fogaskerék akad is el a gépezetben az a teljesítményt negatívan befolyásolja.

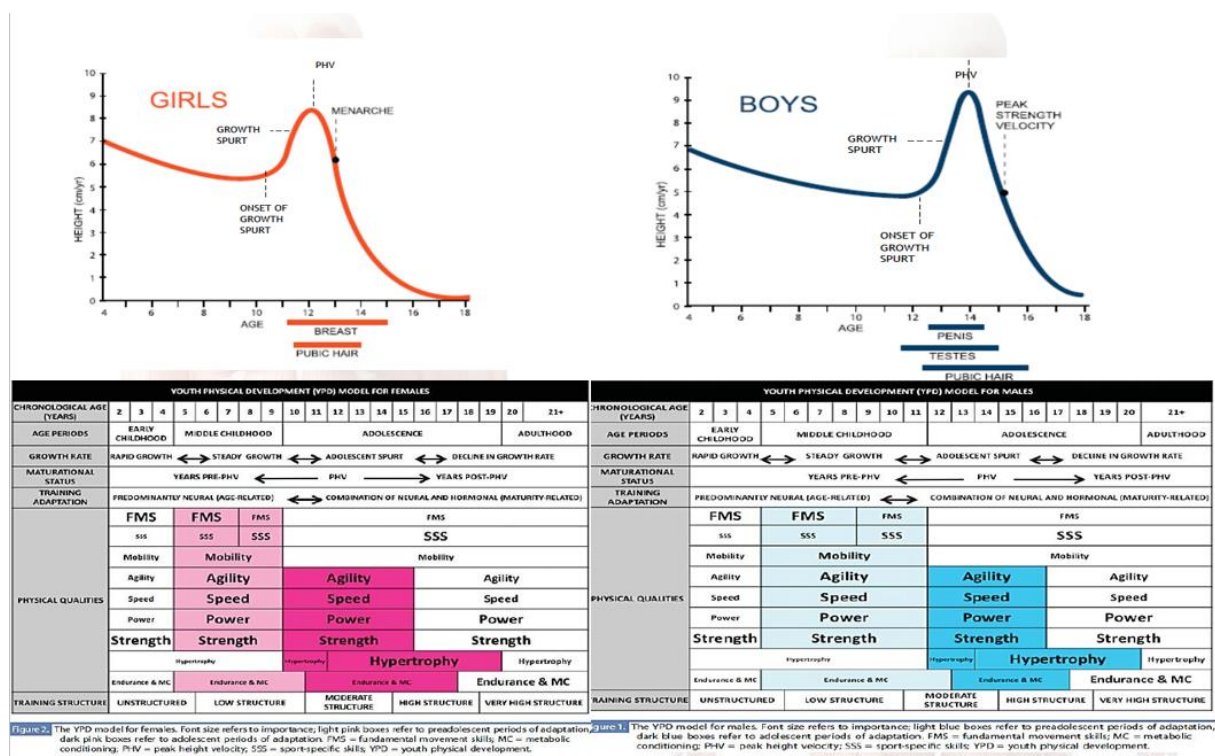
A fizikai felkészítés szempontjából közvetlenül gondozott terület ebben a modellben a fiziológiai modul (17. ábra). Itt található azok a faktorok, amelyek menedzselésében kompetenseknek kell lenni a szárazföldi erőnléti edzést irányító szakembereknek.



17. ábra A teljesítmény fiziológiai hátterét meghatározó faktorok (Balyi 2013)

Ebben a modulban objektíven jó mérhető, tesztelhető faktorok, és megfelelő életmóddal optimalizálható tényezők, valamint alkalmas módszertannal hatékonyan fejleszthető képességek egymással szorosan összefüggő rendszere található. Az egyes tényezők fejlesztésének hátterében lévő interdiszciplinális (anatómiai, biokémiai, élettani,

biomechanikai, edzéselméleti, pszichológiai, pedagógiai) ismeretek birtokában felállítható egy átfogó stratégia. Ez alapján a különböző képességek egymással harmonizáló fejlesztése hangsúlyosan azokra az időszakokra esik, amikor a fejleszhetőségük feltételei optimálisak. A LTAD rendszer a képességfejlesztés komplex rendszerét, egyedülálló módon a biológiai életkorra alapozza (18.ábra), amely kiküszöböli az akcelerált és retardált fejlődési ütemből adódó tévedéseket. A biológiai életkor meghatározásának kulcsfontosságú pontja a növekedési csúcs (PHV), amelyhez igazítva kerültek meghatározásra a különböző képességek optimális fejleszhetőségének időszakai (Balyi és mtsai 2013).



18. ábra A képességfejlesztés biológiai korhoz igazított komplex rendszere LTAD (Balyi 2013)

3.1. Stabilitás és mobilitás

A komplex mozgatórendszeri, szegmentális, illetve ízületi stabilitás és mobilitás képességek minden emberi mozgás alapjául szolgálnak. Az anatómiailag lehetséges legnagyobb mozgásterjedelem ízületi instabilitás és fájdalom nélküli birtoklása, a legnagyobb erő kifejtés, a legnagyobb teljesítményleadás, illetve a legösszetettebb kinetikai láncok erőtranszfere szempontjából kulcsfontosságú limitáló tényezők.

3.1.1 Mobilitás

Az emberi test mozgékonyágát jellemző tényezők összessége. Biomechanikai meghatározása alapvetően két tényezőtől tevődik össze:

- Szabadsági fok: az emberi test lehetséges maximális szabadsági fokainak száma 244, amely három dimenzióban, 147 ízületben, a lehetséges maximális forgástengelyek száma szerint létrejövő mozgások mennyiségét jelenti. A szabadsági fokok számának meghatározásához az alábbi tényezők figyelembevétele szükséges:

- lehetséges rotációs mozgások száma (3)
- lehetséges maximális translációs mozgások száma (3)
- korlátozó tényezők száma (az ízületek osztályba sorolása szerint)
 - anatómiai akadályok
 - sérülésből adódó következmények
- Mozgásterjedelem: az egyes ízületekben az adott tengely mentén létrejövő mozgás aktuálisan kivitelezhető legnagyobb szögelfordulása fokokban kifejezve. típusai:
 - Aktív mozgástartomány: az agonista, és szinergista izmok által létrehozott maximális szögelfordulás
 - Passzív mozgástartomány: külsőerő, vagy kényszerítő körülmény által eredményezett maximális szögelfordulás

Az aktív mozgástartomány normális esetben mindig kisebb, mint az passzív, de a fejlesztések célja, hogy a lehető legnagyobb mértékben megközelítse azt, csökkentve ezzel az aktív és passzív struktúrák sérülésének veszélyzónáját.

A mobilitás fejlesztésének, gondozásának optimális időszaka a biológiai kor szerint, lányok esetében 5-9, fiúk esetében 5-11 éves kor között van, de a sport szempontjából a teljes sportolói karrier időszaka alatt nagy a jelentősége. Számos befolyásoló tényező mellett módszertani szempontból több lehetséges alternatíva létezik:

- Szöveti mobilizálás
- Passzív stretching technikák
- Aktív nyújtási technikák
- Komplex technikák

A vitorlázás esetében sportágspecifikus tényezők jelentősen nem limitálják az általános törvényszerűségeket ennek a tényezőnek az optimalizálása szempontjából.

3.1.2. Stabilitás

Az mozgatórendszer biztonságos működésének fontos alapfeltétele, hogy komplex mozgatórendszeri, szegmentális, illetve ízületi szinteken, ép kötőszöveti struktúrákkal, és a kinetikai láncba harmonikusan illeszkedő stabilizációs izomtevékenységgel történjen a mozgások kivitelezése. Különböző szinteken az alábbi tényezőkkel kell számolnunk:

- Pillér stabilitás
 - gerinc haránt és oldalirányú, rotációs és antirotációs stabilitása
 - gerincoszlop ízületi alkotóelemeinek épsége
 - csigolyák,
 - porckorongok,
 - szalagok
 - a törzs mély és felületes izomrendszerének
 - koordinált gyors tónusváltó képessége,
 - maximális ereje,
 - erőállóképessége
 - erőegyensúlya
 - vállízületi komplexum háromdimenziós stabilitása
 - ízületi alkotóelemek épsége
 - felkarcsont ízfej porcfelszíne

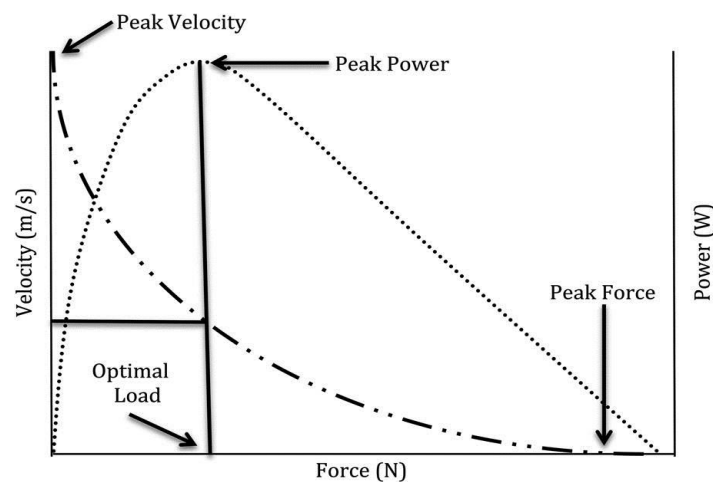
- lapocka ízárok porcfelszíne
 - kulcscsont mindkét végének ízfeje
 - szegycsont ízületi árka
 - ízületi és szalagok
 - a komplexum mély és felületes izomrendszerének
 - koordinált gyors tónusváltó képessége,
 - maximális ereje,
 - erőállóképessége
 - erőegyensúlya
 - A medence és a csípőízület háromdimenziós stabilitása
 - az ízületi komplexum alkotóelemeinek épsége teherbíró képessége
 - a combcsont ízületi fej porcfelszíne
 - az acetábulum ízületi árok porcfelszíne
 - a medence ízület (keresztcsont csípőlapát kapcsolat) szalagrendszere
 - a medencefenék és a csípőízület mély és felületes izomrendszerének
 - koordinált gyors tónusváltó képessége,
 - maximális ereje,
 - erőállóképessége
 - erőegyensúlya
- Végtag ízületi stabilitás
 - könyök
 - csukló
 - kéz és ujjak
 - térd
 - boka
 - lábfej és lábujjak
 - ízületi alkotóelemeinek épsége teherbíró képessége
 - ízületeket alkotó csontok ízületi fejeinek és árkainak porcfelszíne
 - ízületeket stabilizáló tokok és szalagok
 - ízületeket mozgató és stabilizáló agonista, antagonisták izmok izomcsoportok
 - koaktivációs összhangja
 - koordinált gyors tónusváltó képessége,
 - maximális ereje,
 - erőállóképessége
 - erőegyensúlya

A stabilizáció megteremtése és gondozása folyamatos, a sportpályafutást, az aktív sportos életet végig kísérő feladatot jelent. Mindig az aktuális állapotnak, mozgatórendszeri változásoknak és edzéscélokra megfelelő gyakorlatanyaggal, funkcionális szemléletben, hatékony edzésszerkezetben kell. Hosszabb kihagyások, betegségek, sérülések után, a főrészen is erre a feladatra kell koncentrálni. A stabilizáció megteremtését követően esszenciális gyakorlatanyaga, kiegészítő gyakorlatként épül be az erőfejlesztést célzó edzésblokkok primer gyakorlatai mellé.

3.3 Erő-Sebesség-Teljesítmény

A saját test, a sportági mozgások során fellépő, illetve az általános és speciális képességfejlesztéskor alkalmazott külső ellenállások tehetetlenségének ellensúlyozását, leküzdését, vagy éppen kontrollált fékezését biztosító képesség az erő. Az aktuális erőszint és a mozgatott ellenállás nagyágának összefüggésében dől el, hogy a mozgás milyen sebességtartományban mehet végbe a moderált kontrollált sebességtől a maximális sebességig. Így a célnak megfelelően alakítható a teher-sebesség, ismétlésszám/sorozatszám viszony.

Amennyiben az aktuális terhet a lehető legnagyobb sebességgel mozgatjuk az edzés teljesítmény orientált jelleget vesz fel. A teljesítmény orientált edzés tudományos hátterét a Hill féle erő-sebesség-teljesítmény összefüggés biztosítja (19. ábra).



19. ábra Az erő-sebesség-teljesítmény összefüggés és jellemző értékei

A vitorlássportban jellemző, hogy a testre ható erők nagysága és iránya három dimenzióban akár pillanatról-pillanatra is hirtelen változhat. A nagy erő kifejtésekhez a hajóban nincs igazán fix stabil alátámasztás. Ebből következik, hogy a súlyponti régióból generált stabilizációs faktornak, a sportágspecifikus robbanékonny, és nagy erő kifejtést igénylő mozgások esetében nagyobb jelentősége van. A vitorlázás esetében a sportági teljesítmény igényli az erő minden megjelenési formájában történő fejlesztést, amelyet a képességfejlesztés hosszútávú stratégiájában szintén a növekedési csúcshoz igazítva illesztünk be a képzésbe. Az erő fejlődése és fejlesztetősége, a mozgásfejlődést, különböző meghatározó tényezőkön keresztül kíséri végig.

Az élet első három évében a teljesen magatehetetlen állapotból az emberre jellemző fundamentális készségek, hely- és helyzetváltoztató mozgások, széles spektruma kerül elsajátításra. A gyermekek többek között megtanulnak átfordulni, ülni, kúszni, mászni, állni, járni, futni, ugrani, dobni, rúgni, egyesek még függésben húzózkodni, és kézállásba lendülni is. Eközben a koordinációs képességeken keresztül relatíve jelentős erőnövekedés figyelhető meg. Minden koordinációs lépcsőfok esetében megfigyelhető a kezdeti nagyfokú instabilitás (proprioceptív ingerkörnyezet), és lassú végrehajtás, valamint a funkcióörömmel párosuló motiváltan teljesített nagy ismétlésszám. Ennek következtében a gyakorolt mozgásminta dinamikai szerkezetében az intermuszkuláris koordináció jelentős fejlődése gyors erőnövekedéshez vezet.

Óvodás és kisiskolás korban (leány: 5-9 év, fiú 5-11 év) a gyermekek játékos formában bonyolultabb összetettebb alap és a sportmozgásokat előkészítő tevékenységeken keresztül „edződnek”. Megfigyelhető, hogy azok a gyerekek, akik ebben az időszakban aktívabbak társaiknál, sokféle mozgásmintát sajátítanak el, genetikai adottságaiktól szinte függetlenül minden kondicionális képességben (erő-gyorsaság-állóképesség) jelentős fejlődésen mennek keresztül, míg inaktív társaiknál akár már mozgásszervi funkció és tartászavarok is megjelenhetnek.

A növekedési csúcs időszakában (leány: 10-15 év, fiú 12-16 év), a prepubertás-pubertás korban, már a hormonrendszer támogatja a passzív (csont, ín, szalag) és az aktív (izom) mozgatórendszer fejlődését és fejleszthetőségét. Az erő szempontjából, sportágtól függetlenül, az atlétikus képességfejlesztés (futó, ugró, dobó iskola és edzésgyakorlatok), illetve a saját testsúlyos gimnasztikus képességfejlesztés teremti meg a teljesítményfejlesztés kondicionális alapjait. Az állóképesség és az erőállóképesség kap hangsúlyt, fokozatosan készítve fel a mozgatórendszer passzív elemeit a nagyobb izomfeszüléssel és terheléssel járó terhelés elviselésére. Ebben az életkori szakaszban van lehetőség elsajátítani a későbbi maximális erő és robbanékonyságfejlesztő edzésgyakorlatok mozgásmintáit, technikáját, mint például a súlyemelés mozgásanyaga terhelés nélkül. Természetesen a vitorlássport speciális szárazföldi gyakorlatainak moderált ellenállással és terheléssel történő alkalmazása is része a felkészítésnek.

A növekedési csúcs lecsengésével ((leány: 16-, fiú 17- fiatal felnőtt korig) a növekedés lezárásáig a hormonális működés és mozgatórendszeri fejlődési ütem kifejezetten támogatja a szisztematikus erőfejlesztést. Erre a korra eshetnek a hipertrofizáló edzések, illetve a maximális és robbanékonyságfejlesztés is. Továbbá, egyre nagyobb hatékonysággal fejleszthető az általános és sportágspecifikus teljesítmény is.

Az erőfejlesztés tehát, részét képezi egy logikusan felépített folyamatnak, amelyben a mozgásfejlesztés mobilizációs és stabilizációs feltételeinek megteremtésétől, illetve a mozgásminták korrekciójától, az erő egymásra épülő megjelenési formáin keresztül jutunk el az általános és sportágspecifikus teljesítmény kialakításáig. Ezt a folyamatot reprezentálja a National Academy of Sports Medicine (NASM) által képviselt Optimum Performance Training (OPT) modell, amelynek megfelelően építjük és periodizáljuk az erő teljesítmény profil egymásra épülő szintjeit. Ennek részletes bemutatása a módszertani részben kerül bemutatásra.

3.4 Állóképesség

A kondicionális képességek egyik alappillére az állóképesség, mely a fáradással szembeni ellenálló képességként definiálható, folyamatos, szakaszos és sorozatterhelések során. Azoknak a szervezeti mechanizmusoknak a magas színvonalát jelenti, amelyek az izommunka energiaigényéhez szükséges metabolikus feltételeket biztosítják, különböző intenzitási zónákban. Az általános edzettség egyik alaptényezője, mely nem csak a terhelhetőséget limitálja, de a terhelések utáni restitúcióval, regenerációval is szoros összefüggésben van. Fiziológiai hátterét Szív-keringés-légzés szervrendszerek fejlettsége adaptációs színvonala, valamint az izomszövet kapillarizáltsága, oxigén felvevő képessége adja. Ezek a tényezők zömében megfelelő edzésadaptáció kiváltásával fejleszthetők, amelynek mozgásanyaga és terhelési tényezői szintén a biológiai életkor függvényében változnak.

Az élet első három évében a mozgásos játékokkal, a fizikai aktivitással töltött idő önmagában elegendő a szervi alkalmazkodások beindulásához. Konkrét edzéshatásról nincs értelme beszélni, inkább csak az aktivitás, mint természetes szokás mintáinak megalapozása történik. A gyerekek mozgásfejlődését vezérlő belső hajtóerő bőven elegendő ehhez.

Óvodás és kisiskolás korban (leány: 5-9 év, fiú 5-11 év) az állóképesség szisztematikus fejlesztésének megvannak az idegrendszeri és koordinációs feltételei, de a mozgatórendszer fejlettségi színvonala még csak limitált formában teszi lehetővé a folyamatos nagy terjedelmű edzőmunkát. A hibás technikai kivitelezéssel végzett nagy edzőmennyiség beláthatatlan következményekkel járhat, ezért a ciklikus sportmozgások mozgásmintáinak tökéletesítése hosszútávon megtérülő befektetés a tehetséggondozásba. Könnyített gravitációs feltételek mellett azonban az állóképesség kiválóan fejleszhető és fejlődik is. Az úszás képességének megszerzése pontosan erre az időszakra esik, és jellegéből adódóan a technikai kivitelezés folyamatos kontrollja és korrekciója könnyen megoldható. A jó mozgásminta kialakítását követően, a mozgásmennyiség fokozatos növelésével, kiváltható a szív-keringés-légzés rendszer adaptációján keresztül az állóképesség fejlődése.

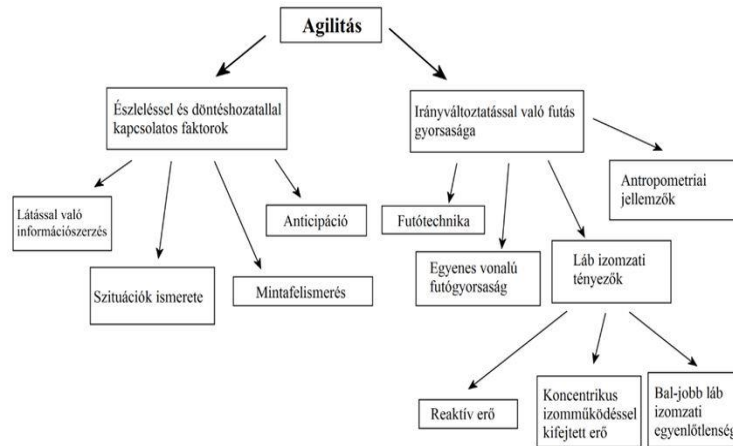
A növekedési csúcs időszakában (leány: 10-15 év, fiú 12-16 év), a prepubertás-pubertás korban, a hormonális folyamatok mellé feltétlenül szükséges a fiziológiás tartományban adagolt terhelés a passzív (csont, ín, szalag) és az aktív (izom) mozgatórendszer fejlődése érdekében. Az állóképességi terhelés az intenzitás oldaláról pont ezt a moderált szintet képviseli és egyrészt hat a mozgatórendszer fejlődését jelentő strukturális változásokra, mint a csontszöveti ásványi anyag tartalom növekedése, vagy a kötőszöveti kollagén rostállomány fejlődése, másrészt hatékonyan fejleszti az aerob állóképesség háttérét biztosító szervek strukturális és funkcionális tényezőit. Mivel ez az időszak a testméretek jelentős növekedésével jár, sportágtól függetlenül nélkülözhetetlen ezeknek a szerveknek a adaptációja.

A növekedési csúcs lecsengésével ((leány: 16-, fiú 17- fiatal felnőtt korig) a növekedés lezárásáig az állóképesség fejlesztésben egyre nagyobb szükség van az oxigénhiányos állapotban történő koordinált izomműködés és teljesítmény támogatására, az anaerob teljesítő képességre. Minden szervi feltétel adott, hogy bármilyen helyes technikával végrehajtott ciklikus mozgással tovább építsük ezt a kondicionális pillért a szöveti adaptáció kiváltásával. Ebben az időszakban kiszélesedik az alkalmazható módszerek spektruma. Azonban fontos szabály, hogy kontrahatások elkerülése érdekében az erőfejlesztés jellegéhez igazodó állóképességfejlesztő módszert, és terhelési tényezőket alkalmazzunk. Ebben az életkori szakaszban a vitorlázó versenyzőknél már kialakul, hogy melyik ciklikus mozgás a leginkább megfelelő számukra, figyelembe véve az egyéni tulajdonságokat, a technikai kivitelezés színvonalát, és a sportágspecifikus terhelési profil állóképességi háttérét. A világ élvonalában legelterjedtebb a kerékpározás, terep kerékpározás, valamint az evezés ergométeren.

3.5 Agilitás

Az agilitás összetett képesség rendszere a vitorlázásban a sportági teljesítményt közvetlenül meghatározó tényező. A sportágspecifikus versenyhelyzetekben a szituációt meghatározó tényezők érzékelése, észlelése, analízisa alapján meghozott döntések, annak megfelelően végrehajtott adekvát cselekvéssorok az eredményességre közvetlenül hatással vannak.

Az agilitás Young féle modellje (19. ábra) részletesen bemutatja, hogy mennyire összetett képességrendszerrel van szó (Young és mtsai 2002), azonban a vitorlázásra direkt módon nem alkalmazható, hiszen főként labdajátékokra dolgozták ki.



20. ábra Az agilitás modellje (Young és mtsai 2002)

A fenti modell alapján kicsit részletesebben kidolgoztuk a vitorlázásban alkalmazható verziót, amely szándékunk szerint tartalmaz minden olyan ismert faktort, amely a képességfejlesztés szintjén meghatározó a

Sportágspecifikus agilitás a vitorlázásban:

- Kognitív faktorok (észleléssel döntéshozatallal kapcsolatos faktorok)
 - *érzékeléssel való információszerezés*
 - látással
 - hallással
 - egyensúly
 - kinesztézia
 - bőr érzékeléssel
 - *sztuációk ismerete*
 - *mintázat felismerés*
 - *anticipáció*
 - *intuición*
- Pszichomotoros faktorok (hajóosztály specifikus hely és helyváltoztató mozgások gyorsasága)
 - *antropometriai jellemzők*
 - *Koordinációs tényezők*
 - egyensúlyozó képesség
 - intra- és intermuszkuláris koordináció
 - választásos reakción és reagálási képesség
 - összetett téri tájékozódó képesség
 - differenciálás
 - *kondicionális tényezők*
 - erő
 - maximális
 - relatív
 - robbanékony
 - *Állóképesség*
 - aerob
 - anaerob
 - gyorsasági
 - *gyorsaság*
 - reakción
 - reagálási

- mozdulat

4. A képességfejlesztés módszertani elvei

Az fizikai képességfejlesztésre vonatkozó általános edzésméleti elveken túl azokat a konkrét edzéselveket érintjük, amelyek pontosítják, egyértelművé, és hatékonyá teszik a gyakorlati alkalmazást. Ezek a következők:

- Funkcionalitás elve
- A gyenge láncszemhez igazodás elve
- A fokozatosság elvének újra értelmezése
- A technikai kritériumok meghatározásának és betartatásának elve
- A terhelési tényezők optimalizálásának elve

4.1 Funkcionalitás elve (a gyakorlatanyag kiválasztás, optimalizálás)

1. az összetett mozdulatokat részesítjük előnyben az izolált (egy ízületi) mozgásokkal szemben
2. a természetes funkciók, illetve a sportági technikai elemek koordinációs mintáinak (mozgásszerkezetének) megfelelő gyakorlatok előnyben részesítése
3. az izolált gyakorlatok csak indokolt esetben kerüljenek alkalmazásra
 - sérülés utáni rehabilitációban felzárkóztatás miatt
 - gyenge láncszem felzárkóztatása okán
 - a mozgás előkészítés szempontjából indokolt stabilizálási/tónusfokozó céllal

4.2 Gyenge láncszemhez igazodás elve (a gyakorlatok progressziós szintjének és a terhelés tényezőinek optimalizálása)

1. valamilyen objektív mérési metodikával meg kell határozni az egyén gyenge láncszemeit az erőfejlesztés szempontjából
2. az alkalmazható gyakorlatanyag kiválasztásánál a leggyengébb, illetve a gyenge láncszemek mérvadók. Amennyiben nem teszik lehetővé az adott gyakorlat biztonságos, technikailag megfelelő (tér-idő-dinamikai kritériumok) végrehajtását, tilos alkalmazni.
3. a fáradás folyamatának kontrollja során is a gyenge láncszemek miatt bekövetkező kivitelezési nívó romlása indokoltá teszi, az adott gyakorlat alacsonyabb progressziós változatra történő áttérést.
4. az egymást követő edzések közötti regeneráció folyamatának kontrollja alapján szintén rugalmasan kell eltérnünk a betervezett gyakorlatanyag, valamint a terhelési tényezők esetében

4.3 A fokozatosság elvének újra értelmezése

1. a gyakorlatok nehézségi fokának (progressziós szintjének), valamint a terhelési tényezők (intenzitás/terjedelem) egyéni meghatározásánál az alábbi tényezőket együttesen vesszük figyelembe
 - az aktuális tudásszint,

- a pillanatnyi pszicho-motoros (fizikai-szellemi-lelki) állapot,
 - a pillanatnyi fáradtság
2. a fenti elv alapján egy edzés szerkezetében az alábbi fokozatosság követendő
 - a bemelegítés-mozgáselőkészítés fázisában az egyszerűbb, stabilabb könnyebb progressziós szinteket bejárva építkezünk
 - A főrész fáradás nélküli fázisában a fenti pontnak megfelelő lehetséges legmagasabb szintű gyakorlatanyaggal és a célnak megfelelő terhelési tényezőkkel dolgozunk
 - a főrész kompenzációs fázisában a fáradás folyamatának figyelembe vételével a kivitelezés szintje szabja meg, hogy kell-e változtatnunk (visszalépnünk)
 - a főrész dekompenzációs fázisában tervezett módon lépünk vissza az könnyebb, egyszerűbb, stabilabb progressziós szintre.
 3. a fenti elv alapján egy mikrociklus szerkezetében az alábbi fokozatosság követendő
 - a makrocikluson belül az egyes mikrociklusok terhelési dinamikájához az 1-es pont alapján tervezzük meg a gyakorlatanyag progressziós szintjének tudatos változtatását, de a fáradás/regeneráció folyamatának kontrollja alapján rugalmasan változtatjuk
 - a mikrocikluson belül az egymásra épülő edzések terhelési dinamikájának megfelelő gyakorlatanyagot betervezzük, de az adott edzés estében az előző edzést követő regeneráció alapján a 2-es pontnak megfelelően járunk el

4.4. A technikai kritériumok meghatározásának és betartatásának elve

1. a gyakorlatok meghatározásánál pontosan meg kell határozni a kivitelezés kritériumait (tér-idő-dinamika), mert az ezektől való eltérés a gyakorlat hatásfokára közvetlen befolyással van. Leggyakoribb hibák:
 - a kiinduló- és/vagy a véghelyzet pontatlansága
 - a mozgásterjedelem beszűkülése
 - a mozgásterjedelem stabilitás csökkenésével járó kiterjesztése
 - a mozgáspálya pontatlansága
 - a kontrakciós időtől való eltérés
 - a végrehajtás sebességétől való eltérés
 - intermuscularis deficit (a részvevő izomcsoportok nem megfelelően összehangolt működése)
 - intramuscularis deficit (adott izomcsoport motoros egységeinek nem megfelelő aktiválása)
2. az egyes gyakorlatok esetében meghatározott kritériumokat kontrollálni kell, és be nem tartás esetén az alábbi reakciók lehetségesek
 - figyelmetlenség, vagy motiváció hiánya miatti eltérést esetén nem változtatunk a gyakorlaton, javítjuk, és pedagógiai eszközökkel érjük el a kritériumok szerinti végrehajtást
 - a motiváció megléte, de fáradás miatti eltérés esetén alacsonyabb progressziós szintre lépünk, amit még képes kritériumok szerint végrehajtani

- nagyfokú fáradtság, és ennek okán fellépő motiváció hiány esetén sokszor az egész edésszerkezeten kell változtatni, de az is előfordulhat, hogy aktív vagy éppen passzív regenerációt kell beiktatnunk
- a helyes kivitelezés során fellépő fájdalom, vagy fájdalom miatti eltérés esetén az adott gyakorlatot igyekszünk hasonló hatású, de fájdalommentesen végrehajtható gyakorlatra cserélni, miközben a fájdalom okát azonosítjuk és kezeljük

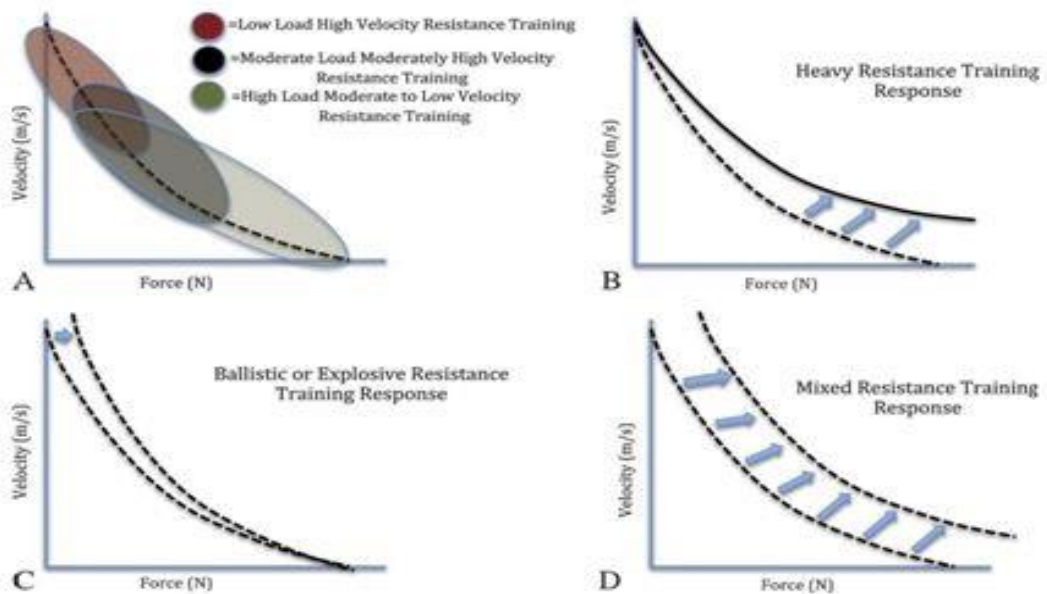
4.5. A terhelési tényezők optimalizálásának elve (a célzott erő megjelenési forma függvényében)



21. ábra az erő megjelenési típusok és a terhelési tényezők összefüggései

1. Az egyes erő megjelenési formák nem határolódnak el élesen egymástól, ezért izoláltan nem is fejleszthetők. Az elsődleges célnak megfelelően kell kiválasztani az ellenállás nagyságát, de számolni kell a járulékos hatásokkal is.
 2. az erő-állóképesség leginkább a 12-20RM közötti tartományban fejleszthető, azonban elkülöníthető a hipertrófiával illetve hipertrófia nélküli tartomány
 - 12RM-16RM között fejleszthető együtt a kettő
 - 17RM-20RM között az erő-állóképesség fejlődik jelentősebb hipertrófia nélkül
 3. a hipertrófia optimális ellenállás tartománya a 6-12RM közötti tartomány, ami a maximális súly 67-85%-a között van. Elsődleges ingere azonban a TUT (time under tension), azaz a feszülés ideje. Tehát az adott súllyal a lehető leghosszabb feszülési időre törekedve kell végrehajtani a kitűzött ismétlésszámot. Ez a terhelési tartomány magával vonja:
 - közepes mértékben az erő-állóképesség, (de javítható, ha nő a TUT)
 - közepes mértékben a maximális erő,
 - közepes mértékben a teljesítmény,
- fejlődését is.

4. a maximális erő legnagyobb mértékben az 1-5RM közötti ellenállás tartományban fejleszhető. Ebben a terhelési tartományban a többi erő megjelenési forma a következőképpen alakul:
- A teljesítmény párhuzamosan nő a max. erővel
 - az erő-állóképesség elhanyagolható mértékben nő
 - a hipertrófia elhanyagolható mértékű
 - a maximális erő jelentősebb mértékben fejleszhető az 1RM-nél nagyobb súllyal excentrikus végrehajtással. Súlytól függően akár 3-6 ismétlés is végrehajtható sorozatonként
5. a robbanékony teljesítmény fejlesztés leghatékonyabb súlytartománya szinte egybeesik a maximális erő fejlesztésének tartományával 1-4RM, ugyanis a közel maximális súlyok megindításához a lehető legtöbb motoros egység aktiválása szükséges. Azonban bizonyos feltételek mellett, lényegesen kisebb súlyokkal is jelentős teljesítménybeli fejlődés érhető el:
- a Hill egyenlet alapján hozzávetőleg az 1RM 50%-ával érhető el az adott mozgás csúcsteljesítménye abban az esetben, ha a legnagyobb kontrakciós sebességre törekszünk. Evvel a súllyal, kiváló gyors erő-állóképességgel rendelkező sportolók, akár 20 ismétlést is végre tudnak hajtani 90% feletti végrehajtási sebességgel.
 - ha legalább 90%-os végrehajtási sebességet érünk el, az 50-100% közötti súlytartományban hatékonyan fejleszhető a teljesítmény. Azonban minél közelebb vagyunk a 100%-hoz, annál kisebb ismétlésszám. Megfelelő biomechanikai műszerrel ez egyénileg pontosítható.
 - 30-50% közötti súlyellenállással is lehet hatékonyan teljesítményt fejleszteni, ha a szokásosnál nagyobb sebességgel, illetve nagyobb nyújtási energiával végrehajtott un. reaktív (pliometriás) gyakorlatot alkalmazunk



22. ábra Az erő-sebesség-teljesítmény módszertani alkalmazása

6. A sorozatszám meghatározásánál összetett több ízületi mozgások esetében edzésenként széles tartományban mozoghatunk (3-8), egy-egy izomcsoport esetében maximálisan 8-12 sorozat hajtható végre.
- Általánosságban számos befolyásoló tényezővel kell számolnunk:
 - milyen időszakban vagyunk, az adott időszak jellege, fő célja
 - adott napi edzések száma
 - az adott napon hányadik edzés az erősítés, és mi követi
 - az adott edzés dinamikájának melyik szakaszában kell végrehajtani a gyakorlatot
 - a versenyző aktuális pszicho-fiziológiai állapota, a fáradás aktuális mértéke
 - az adott gyakorlat nehézségi foka, illetve a sportoló általi kivitelezésének színvonala
 - konkrétan az egyes erő megjelenési formák esetében az alábbi tényezők mérvadóak:
 - erő-állóképesség esetében a sorozat és ismétlésszám szorzata a mérvadó. Minden sorozatban törekszünk a tökéletes technikai végrehajtás fenntartására kitolva az ismétlésszámot, de a sorozatszám maximumának meghatározásánál a sportág erő-állóképességi szükségletei, illetve a fáradás kompenzálásának képessége együttesen limitáló tényező.
 - a hipertrofizáló edzések esetében szintén a technikai kivitelezés fenntartásának képessége limitáló. tipikus hiba a mozgástartomány beszűkülésével folytatott edzés. az élsportban ez nem megengedhető.
 - a maximális erő és robbanékony teljesítmény fejlesztés esetében 3-6 sorozat javasolt, de a sérülésveszély miatt, csak akkor kezdünk bele a következő sorozatba, ha az előző sorozat utolsó ismétlése technikailag elfogadható volt.
7. A pihenő idő nagyon széles tartományban mozoghat. Meghatározásánál a különböző erő megjelenési formák esetében jelentős eltérések lehetnek
- erő-állóképesség fejlesztésében a sorozatok közötti pihenőidő nem teljes, általában nem haladja meg az 1 percet, szűkítésével szintén növelhető a terhelés
 - maximális erő fejlesztése során teljes pihenőt kell alkalmazni (2-5 perc), ami egyénileg eltérhet, túlságosan hosszú pihenőidőnél az izmok kihűlésével is számolni kell.
 - robbanékony erő és teljesítmény fejlesztéskor szintén teljes pihenőt kell alkalmazni (2-5 perc), ami egyénileg eltérhet, túlságosan hosszú pihenőidőnél az izmok kihűlésével is számolni kell.

Referenciák

1. Clark MA: An Integrated Approach to Human Movement Science. National Academy of Sports Medicine (Publishers). Thousand Oaks, CA 2000
2. Bergmark A. Stability of the Lumbar Spine. A Study in Mechanical Engineering. Acta Ortho Scand 1989;230(suppl):20-4.
3. Liebenson CL: Rehabilitation of the Spine. Baltimore, Williams and Wilkins, 1996.
4. Dominguez RH: Total Body Training. Moving Force Systems. East Dundee, IL 1982.
5. Headley BJ: Muscle Inhibition. Physical Therapy Forum. 24(1), 1993.
6. Komi, P.V. (1984) Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. In: Exercise and sport sciences reviews. Vol. 12. Ed. Terjung, R.L., 81-121. Lexington, MA: Collamore.
7. Komi,P.V., and Bosco,C. (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscle by men and women. Med.Sci.Sports 10, 4: 261-265.
8. Norman, R.W., and Komi, P.V. (1979) Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement condition. Acta Physiol. Scand. 106: 241-48.
9. Chaveau, A. (1896) Daloid equivalence dans les transformatians de la force chez les animaux. Compt. Rend. Acad. Si. 122-113.
10. Tihanyi, J. (2018) Biomechanika II, Az emberi mozgatórendszer biomechanikája, EFOP-343-16-2016-00008: 21-31
11. Tihanyi, J. (1997) Principles of power training and control of dynamic work. Acta Academiae Olympiquae Estoniae, 5:5-23.
12. Santana, J. C. (2016) Functional Training Human Kinetics, 28-31
13. Balyi I., Way R., Higgs C., (2013) Long Term Athlete Developement, Human Kinetics 33-175