

HEZKUNTZA ETA KIROL FAKULTATEA

Jarduera Fisikoaren eta Kirolaren Zientzietako Gradua

2019-2020 Ikasturtea

***NEKE MUSKULARRA ETA BERE ERAGINA
ERRESISTENTZIAKO KIROLETAN***

EGILEA: Lide Azueta Lizaur

ZUZENDARIA: Cristina Granados Domínguez

Gasteizen, 2020eko ekainean

AURKIBIDEA

1. SARRERA	3
2. MARKO TEORIKOA	4
2.1. Giharren egitura eta funtzioa	4
2.1.1. Kontrakzio muskularra	8
2.2. Zer da neke muskularra?	13
2.3. Nekearen sailkapena	15
2.3.1. Neke zentrala eta neke periferikoa	15
2.3.2. Lokala ala globala	16
2.3.3. Arina, azpiarina, kronikoa eta gainentrenamendua	16
2.3.3.1. Agerpenaren arazoak	17
2.4. Nekearen eta errekupeazioaren pertzepzioa	21
2.5. Tratamendua	24
2.6. Prebentzioa	27
2.7. Neke muskularra eta erresistentziako kirolak	30
2.7.1. Zergatik agertzen da?	30
2.7.2. Nola eragiten du errendimenduan?	31
3. ONDORIOAK	36
4. ERREFERENTZIA BIBLIOGRAFIKOAK	38

1. Sarrera

Jarduera fisikoak eta kirolak gaur egun duen garrantzia eta hauek gizakiarengan sortzen dituzten eraginak gauzatu dituen eztabaidak eta ikerketak aprobetxatuz, lan honen helburu nagusia neke muskularra eta faktore honek erresistentziako kirolekin duen erlazioa aztertzea izango da.

Horretarako, dokumentazio honen hasieran fisiologia muskularraren inguruko informazio jasoko da, hau da, giharren egitura nolakoa den, zein funtzio dituzten eta baita ere burutzen duten kontrakzio muskularra nola gertatzen den. Behin sarrera hau egin ondoren, neke muskularrera zer den, bere sailkapena zein den, agerpenaren arrazoiak zeintzuk diren, gizakiak nola hautemateen duen eta bere prebentzioa eta tratamendua nolakoak diren azalduko dira. Jarraian, lanari amaiera bat emateko, faktore hau erresistentziako kirolekin lotuko da, konkretuki neke muskularra nola identifikatu daitekeen eta kirolarien errendimenduan nola eragiten duen azalduz. Beraz, errebisio bibliografiko hau, jarduera fisikoaren fisiologiarekin eta baita ere kirol errendimenduaren arloarekin lotu daiteke, azken finean bi eremuak ukitzen baititu.

Nahiz eta neke hitzak oroitzapen negatiboa ekarri, kirolariak duen neke motaren arabera, modu positibo zein negatiboan eragin ahal dio. Alde batetik, adaptazio batzuk eragingo dizkio bere errendimenduan positiboki eraginez, eta bestetik, bere errendimendua jaitsi egingo da, arlo fisiologikoan, psikologikoan, mekanikoan, nutritiboan... eragin negatiboak sortzen baitdizkio. Bestalde, kirolaria egoera honetara ez heltzeko, garrantzitsua izango da dieta eta entrenamenduen planifikazio eta monitorizazioa bezalako prebentzio metodoak kontuan hartzea.

Horrekin batera, neke muskularrak kirolariaren errendimenduan modu negatibo batean eragiten diola ikusiz, gizakia egoera honetatik nola irten daitekeen jakitea garrantzitsua izan da, hau da, baliabide fisiko, fisiologiko, nutrizional edo farmakologikoak bezalako tratamenduak kontuan hartu beharko dira.

Amaitzeko, erresistentziako kirolak zertan datzan azaldu eta gero, horrelako jardueretan, adibidez, triatloian eta maratoietan parte hartzen duten kirolarietan nola eragiten duen azalduko da, kirolaren eta kirol horrek eskatzen dituen mugimendu patroien arabera, neke muskularrak modu batera edo bestera eragiten baitu.

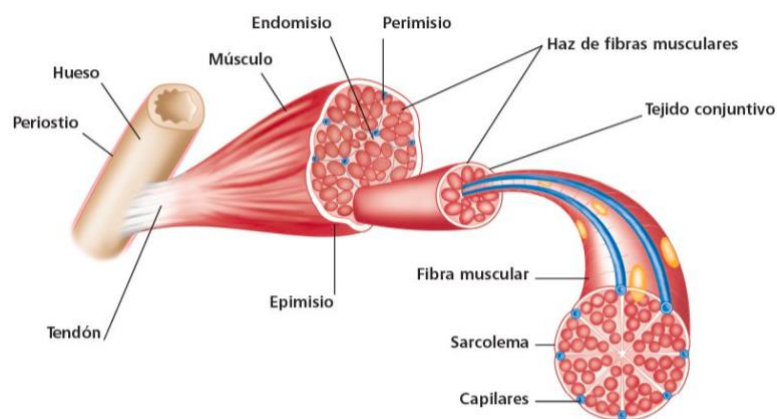
2. Marko teorikoa

2.1. Giharren egitura eta funtzioa

Gutxi gorabehera, gorputzaren %40a muskulu eskeletikoek osatzen dutela esan dezakegu eta %10, berriz, gihar lehunak eta miokardioak. Lan honetan, muskulu eskeletikoan zentratuko da, egitura eta burutzen duten funtzioetan.

Gizakia bizirik irauteko ingurunera egokitu behar izaten da eta oreka hori lortzeko beharrezkoak izaten dira gorputzaren bidez burutzen ditugun mugimenduak; janaria lortzeko, leku batetik bestera mugitzeko eta tresna ezberdinak sortzeko, besteak beste. Gure organismoko hainbat sistemek hartzen dute parte mugimendu ezberdinak burutzen ditugunean, baina egia esan, sistema muskularra (giharrak) eta eskeletikoa (hezurrak) dira mugimenduak egiten baimentzen digutenak.

Hurrengo dagoen irudian (1. Irudia), muskulu eskeletikoaren egitura nolako den ikus genezake. Gihar bat, muskulu zuntz ugaziz osatua dago eta hauetariko bakoitza mintz leun batekin estalirik, **endomisioa** izena duena. **Perimisioak**, muskulu zuntzen taldeak (faszikuluak) inguratzen ditu eta **epimisioak** gihar osoa babestu eta inguratzen du (Barbany, 2009).



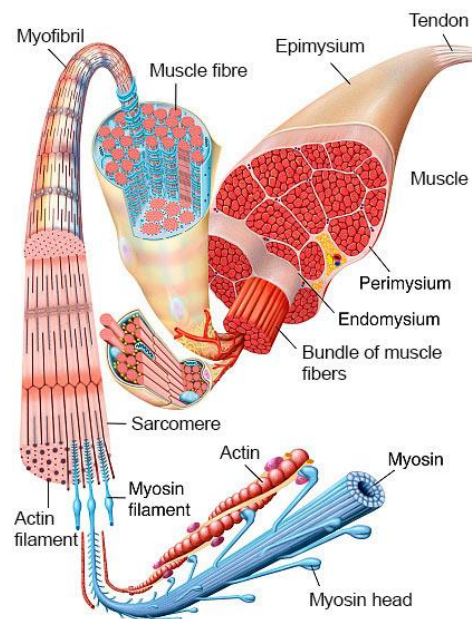
1. Irudia: Muskulu eskeletiko baten egitura (Junquera, 2013).

Giharrak hezurrekin lotzeko hainbat zuntz daude eta horietako hiru goran aipatutakoak dira. Zuntz hauek amaieran kordoi itxurazko egitura bat sortzen dute, **tendoia** deitzen dena; lokarri sendo eta indartsua, amaieran hezurra inguratzen duen periostioarekin elkartzen dena. Bestalde, muskulu zuntz hauek uzkuertzeko behar duten energia lortzeko, hau da, elikatzeko

eta arnasa hartzeko **kapilarrak** daudela ikus daiteke, endomizioaren barnean aurkitzen direnak.

Muskulu eskeletikoaren zuntzen egitura sakonago aztertuz (2. *Irudia*), beste hainbat egitura ikus daitezke. Alde batetik **sarkolema** (muskulu zelularen mintza) eta **sarkoplasma** (zuntzaren zitoplasma) desberdindu daitezke. Bestetik, **T-tubuluak** bereizi daitezke; sarkolemaren barruan daude kokatuta eta hauek arduratzen dira akzio potentziala (muskulua uzkuertzeko beharrezkoa dena) zuntza osora zabaltzen. Horrez gain, zelula mintzaren barnean **sarkomeroz** osatuta dauden **miozuntzexkak** daude. Hauek, muskuluari itxura ildaskatua emateaz gain, **aktina** (filamentu fina) eta **miosina** (filamentu lodia) izeneko proteina uzkurkorrez osatutako miofilamentuz osaturik dago, ondoren azken hauek lehen aipatutako sarkomeroetan antolatzen direlarik.

Sarkomeroaz hitz egiten dugunean, muskulu baten uzkurdurako unitaterik txikiena eta bi **Z-disko** segidakoen arteko miozuntzexkako guneari egiten diogu erreferentzia. Goran aipatu den bezala, proteina uzkurkorrez egindako miofilamentuekin (aktina eta miosina) osatua dago. Egitura honekin jarraituz, bertan **I banda** eta **A banda** ezberdindu daitezke; filamentu finak (filamentu lodiekin gainjartzen direnak) eta filamentu lodiak hurrenez hurren. A bandan, **M marra** izeneko gune bat aurkitzen da eta bertan filamentu lodiak elkarrekin konektatzen dira. Sarkomeroarekin amaitzeko, **Z-diskoa** aipatu beharra dago; azken hau, I bandaren erdian dago kokatua eta filamentu finak eusten ditu (Roberts, 2010).



2. *Irudia*: Muskulu zuntzen egitura (Bioactive Collagen Peptides, 2018).

Gorputzaren muskuluetan, ezaugarrien arabera muskulu zuntz ezberdinak aurki daitezke. Sailkapena egiten baldin bada **uzkurdura abiaduraren** arabera (ATPasa entzimak zehazten duena), zuntz batek uzkurdura azkarra edo motela izan dezake, baina **ATP-a osatzeko bidea** kontuan hartzen baldin bada, zuntz hori oxidatiboa edo glukolitikoa izan daiteke; energia bide aerobikotik sortzen duena (ATP kantitate gehiago sortuz) edo bide anaerobikotik, hurrenez hurren. Beraz, kriterio hauek kontuan hartuta, hiru zuntz mota ezberdintzen dira (Wilmore eta Costill, 2016):

- a) Zuntz motel oxidatiboak (I mota): uzkurdura motela egiten dute eta ATP molekulak bide aerobikotik lortzen dute.
- b) Zuntz azkar oxidatiboak (II A mota): mota honetako zuntzek bere energia bide aerobikotik lortzen dute, baina uzkurdura azkarra eginez.
- c) Zuntz azkar glukolitikoak (II B edo IIX mota): kasu honetan, zuntzek uzkurdura azkarra eta energia bide anaerobikotik lortzen dute (Wilson, Loenneke, Jo, Wilson, Zourdos eta Kim, 2012).

Nahiz eta hiru zuntz mota egon, batzuetan zuntzak ez dira puruak izaten eta nahasturik agertzen dira gorputzean; II A + II X, adibidez (Staron et al., 2012). Jarraian dagoen taulak (1. Taula), zuntz muskularren sailkapena laburbiltzen du:

MUSKULU ZUNTZEN SAILKAPENA			
1 Sistema	Uzkurdura motela	Uzkurdura arina A	Uzkurdura arina B
2 Sistema	I Motakoa	Ila Motakoa	IIb Motakoa
3 Sistema	OM	GOA	GA
<i>Ezaugarriak</i>			
Kapazitate oxidatiboa	Altua	Erdi altua	Baxua
Kapazitatea glukolitikoa	Baxua	Altua	Altuena
Uzkurketa abiadura	Motela	Azkarra	Azkarra
Nekerekiko erresistentzia	Altua	Erdibidekoa	Baxua
Unitate motorraren indarra	Baxua	Altua	Altua
<p><i>Oharra.</i> 1 sistemak zuntzak uzkurdura motel edo arinaren arabera sailkatzen ditu. 2 sistemak I mota edo Ila eta IIb motaren arabera sailkatzen ditu. 3. Sistemak, berriz, uzkurketa abiadura eta energia lortzeko erabiltzen duen bidearen arabera sailkatzen ditu. I motakoak OM (oxidatibo motela) deitura hartzen dute, Ila motakoak GOA (glukolitiko oxidatibo azkarrak) eta IIb motakoak GA (glukolitiko azkarrak).</p>			

1. Taula: Muskulu zuntzen sailkapena (Wilmore eta Costill, 2016).

Zuntz azkarrei dagokionez (II motakoak), motelekin alderatuz lodiagoak dira eta mitokondrio eta mioglobina gutxiago izaten dituzte. Honen ondorioz, zuntzak zuri koloretakoak dira. Horrez gain, glukogenoaren erreserba handia eta entzima glukolitikoak izaten dituzte. Abiadurazko korrikalariak horrelako zuntz mota gehiago izaten dituzte, azkar uzkuetzen direlako eta intentsitate altuko ariketetak ATP-a ematen dutelako. Hauek, zuntz motelak baino lodiagoak dira.

Bestalde, **zuntz motelak** (I motakoak) aztertzen baldin baditugu, zuntz azkarren kontrakoa dela ikus daiteke; kapilar, mitokondrio eta mioglobina asko izatea gain (horregatik dira gorri kolorekoak), arnasketarako entzima aerobikoak ere izaten dituzte. Zuntz mota hauek, nekearekiko erresistenteak dira, hau da, zuntz azkarrak baino gehiago kostatzen zaie nekatzea, baina denbora gehiago behar izaten dute uzkuertzeko. Indarrari dagokionez, zuntz azkarrek bain indar gutxiago dute (AFM eta ASEM, 2003).

Nahiz eta gaur egun denok badakigun muskulu eskeletikoak gure egunerokotasunean burutzen ditugun mugimenduak egiteko beharrezkoak direla, beste funtzio batzuk ere burutzen dituzte, orokorrean, Patton eta Thibodeauk (2017) aipatzen duten bezala, hiru funtzio nagusi burutzen dituzte:

1. Lokomozio eta arnasketarako indar ekoizpena

Alde batetik gihar eskeletikoak beharrezkoak ditugu mugimenduak egiteko (lokomozioa), adibidez leku batetik bestera mugitzeko. Horretarako, gihar batzuk uzkuertu eta beste batzuk erlaxatu egin behar dira; mugimendu partikular bat burutzeko arduratzen den gihar printzipala **gihar agonista** bezala ezagutzen da eta berari laguntzen dioten beste giharrak, **gihar sinergistak**. Artikulazio batean bi gihar mota hauek uzkuertzean, **gihar antagonistak** izango dira erlaxatzen direnak.

Bestetik, arnasa hartzeko gure giharren laguntza ere behar dugu, hau da, arnas aparatua parte diren diafragma, faringea eta saihets arteko muskuluek egiten duten kontrakzioen bitartez arnasa hartu dezakegu.

2. Jarrerazko bermakuntzarako indar ekoizpena

Gizakia hezurrez gain, giharren bitartez ere zutik edo posizio jakin batean mantentzen da; gihar ezberdinek burutzen duten **uzkurdura tonikoaren** bitartez, hezur eskeletoa modu

batean edo bestean kokatzeko gai gara. Uzkuadura mota honetan giharra ez denez laburtzen, ez da mugimendurik sortzen.

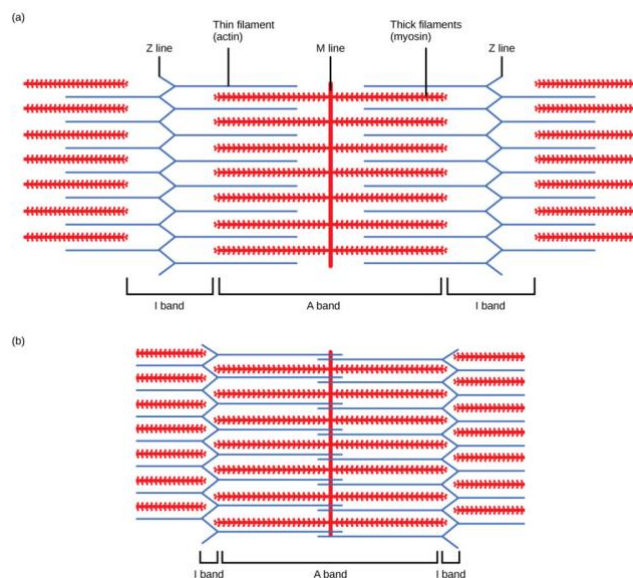
3. Hotz egoeretan ber ekoizpena

Guk pentsatu ez harren, muskulu eskeletikoak gizakion termoerregulazioan parte hartzen dute, baina nola? Guk hotz dugunean gorputzeko tenperatura mantentzeko eta gehiago ez galtzeko, dardarka hasten gara muskulu eskeletikoek burutzen duten uzkuaduraren bitartez. Uzkuadura hau burutzeko ATP-a erabiltzen da energia gisa, baina horrez gain, ATP-aren hidrolizazio horretan beroa askatzen da, gorputzeko tenperatura mantentzeko. Mugimendu honen ondorioz, gorputzeko tenperatura igotzeaz gain homeostasia lortuko dugu eta gure basoak itxi egingo dira. Beroa dugunean, aldiz, kontrakoa gertatzen da; gure basoak dilatatu egingo dira eta izerdiaren bitartez beroa askatuko dugu, gorputzeko tenperatura jaitsiz.

2.1.1. Kontrakzio muskularra

Giharrek burutzen duten kontrakzioa ulertzeko, lehenik eta behin argi izan behar dugu goran azaldutako gihar baten egitura nolako den. Hau ulertu ondoren, miofilamentuen egitura nolako den jakin behar dugu. **Filamentu lodia** miosina proteinarekin osatua dago eta proteina bakoitzak, buztan bat eta bi buru globular ditu; buruak alboetan kokaturik daude, kanpora begira eta gainera, ATPasa entzimak daude bertan, ATP molekulak hidrolizatzeko (erreakzio honen bitartez energia lortzen da uzkuadurara emateko). Bestalde, **filamentu finak** hiru proteina ezberdinez dago osatua; aktinen kate bikoitz bat (egiturari helix forma ematen diona), tropomiosina eta troponina konplexua. Aktina globularra, **Aktina-G** izeneko subunitatez osatua dago eta bertan miosinaren buruan dagoen ATP-a hidrolizatu ondorengo ADP-a lotzen da. Horrez gain, filamentu hauek lodiak ez bezala, Z-diskoa-rekin loturik daude (Guyton eta Hall, 2006).

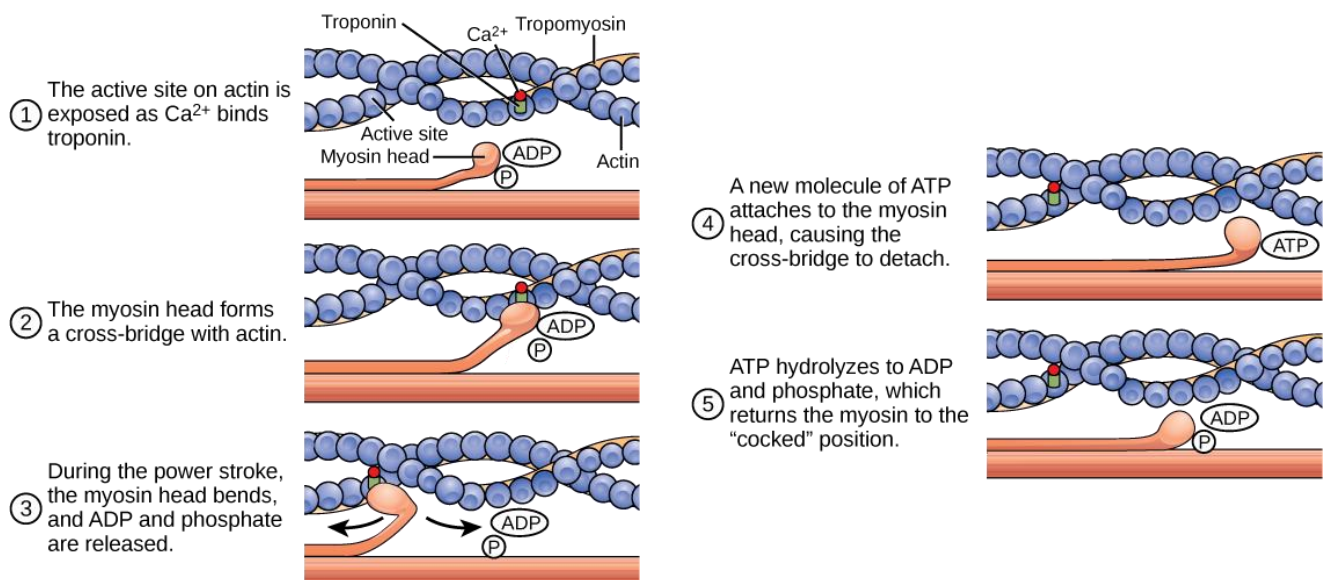
Muskulua uzkuatu dadin, filamentu finak lodien gainetik labaindu behar dira. Baina nola sortzen da labaindura hori? "Fisiología veterinaria" laneko "Contracción del músculo esquelético" (Costa, 1995) atalean azaltzen den bezala, lehenik eta behin, miosinaren buruaren barnean ATPasa entzimak ATP molekula hidrolizatzen du ($ADP + P_i$), miosinaren burua aktibatuz. Jarraian, miosinaren burua aktinaren gune aktiboarekin lotzean (zubi gurutzatu bat sortuz) fosfatoa askatu egingo da eta energia horrekin **indar-kolpea** sortuko da, aktina filamentua sarkomero erdirantz lerratuz. Labainketa hau gertatzean, 3. Irudian ikus daitekeen bezala, filamentuak ez dira laburtzen, sarkomeroa baizik, hau da, Z-diskoaren arteko gunea da laburtzen dena.



3. Irudia: Filamentuen erlaxazioa (a) eta uzkurketa (b) (OpenStax, 2012).

Uzkurdura emateko, lehen esan bezala, aktinaren gune aktiboak libre egon behar da, baina hau ez da une oro gertatzen. Gune aktibo hauek bi proteinekin daude estalita (bata bestearekin lotuta); alde batetik **troponina konplexua** eta bestetik, **tropomiosina**. Troponina konplexua kaltzioarekin elkartzean tropomiosina mugituko du eta horrela gune aktiboak libre utziko ditu kontrakzioa eman dadin; kaltzioaren kontzentrazioa igotzen denean, aukera gehiago izango ditu kaltzioarekin elkartzeko eta gune aktiboak libre uzteko. Tropomiosinaren funtzio berriz, muskulua erlaxatuta dagoenean lekua aktiboak estaltzea izango da, miosinaren buruarekin ez elkartzeko eta denbora guztian giharra uzkuratzen ez ibiltzeko. Muskulu bat uzkurtuta egotetik erlaxatzeko, hau da, miosinaren burua berriz ere erlaxatzeko, beste ATP molekula bat erabiliko da, beraz, erreakzioan guztira 2 ATP gastatuko dira.

Zelularen barneko kaltzio mailak erregulatzeko funtzioa **erretikulo sarkoplasmaticoak** du; miozuntzexka bakoitzaren inguruan dagoen erretikulu endoplasmatico leunaren antzeko egitura dauka, eta elkarren artean konektatu dauden zisterna eta hodiz osatua dago. Zisterna hauetan kaltzioa metatzen da, eta T-tubuluek garraiatzen duten akzio potentzialak bere askapena estimulatzen du. Jarraian, muskulu uzkurduraren prozesu molekularra laburbiltzen duen irudia ikus daiteke (4. Irudia).



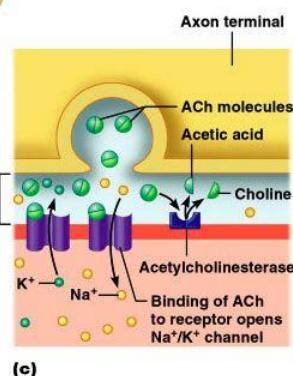
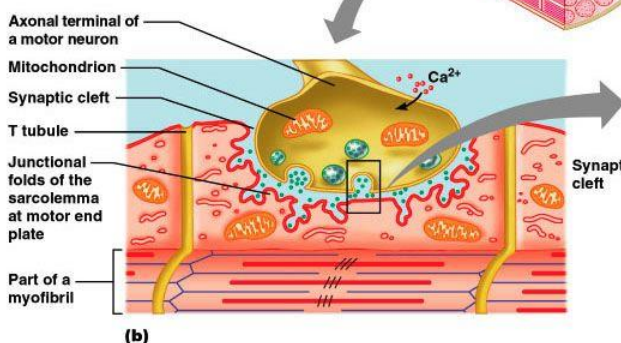
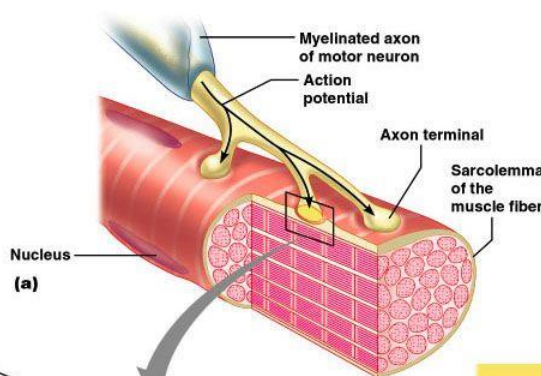
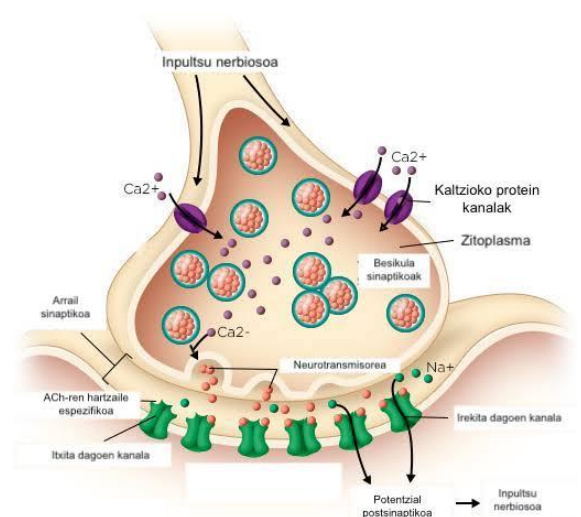
4. Irudia: Muskulu uzkurduraren prozesu molekularra (OpenStax, 2012).

Aldez aurretik azaldutako uzkurdura emateko, unitate motora (UM) zer den azaldu beharra dago; motoneurona (neurona espezializatua) eta inerbatzen duen zuntz guztiez osatua dago. Muskulu zuntz bakoitza horrelako UM batekin lotzen denez (lotura neuromuskularra), zuntz muskular bakoitzak motoneurona horretatik batetik etorritako axoi-bukaera bat jasoko du, zuntz hori estimulatzeko. Baina, nola estimulatzen du motoneuronak muskulu zuntzen uzkurdura? Jarraian dauden irudietan (5. eta 6. irudiak) muskulu zuntzen uzkurduraren prozesua adierazten da (Webb, 2003).

1. Unitate motor batetik akzioa potentzial bat garraiatzen da muskulu zuntzaren axoi-bukaera arte.
2. Akzio potentziala motoneuronaren mintzetik pasa ondoren kaltzioa neuronaren barnera sartzen da eta azetilkolinazko besikulak beherantz joango dira. Exozitosiaren bidez, azetilkolina kanporatu egingo.
3. Lotura neuromuskular horretan edo **plaka motora terminala** deitzen den gunean dagoen **arrail sinaptikoan**, **azetilkolina** (ACh) deitzen den sustantzia neurotransmisore bat askatuko da.
4. ACh bere muskulu eskeletikoaren mintzean dauden hartzaile espezifikoarekin elkartzean, bertan dauden kanal proteinak ireki egingo dira eta sodio ioia muskulu barnera sartuko da.

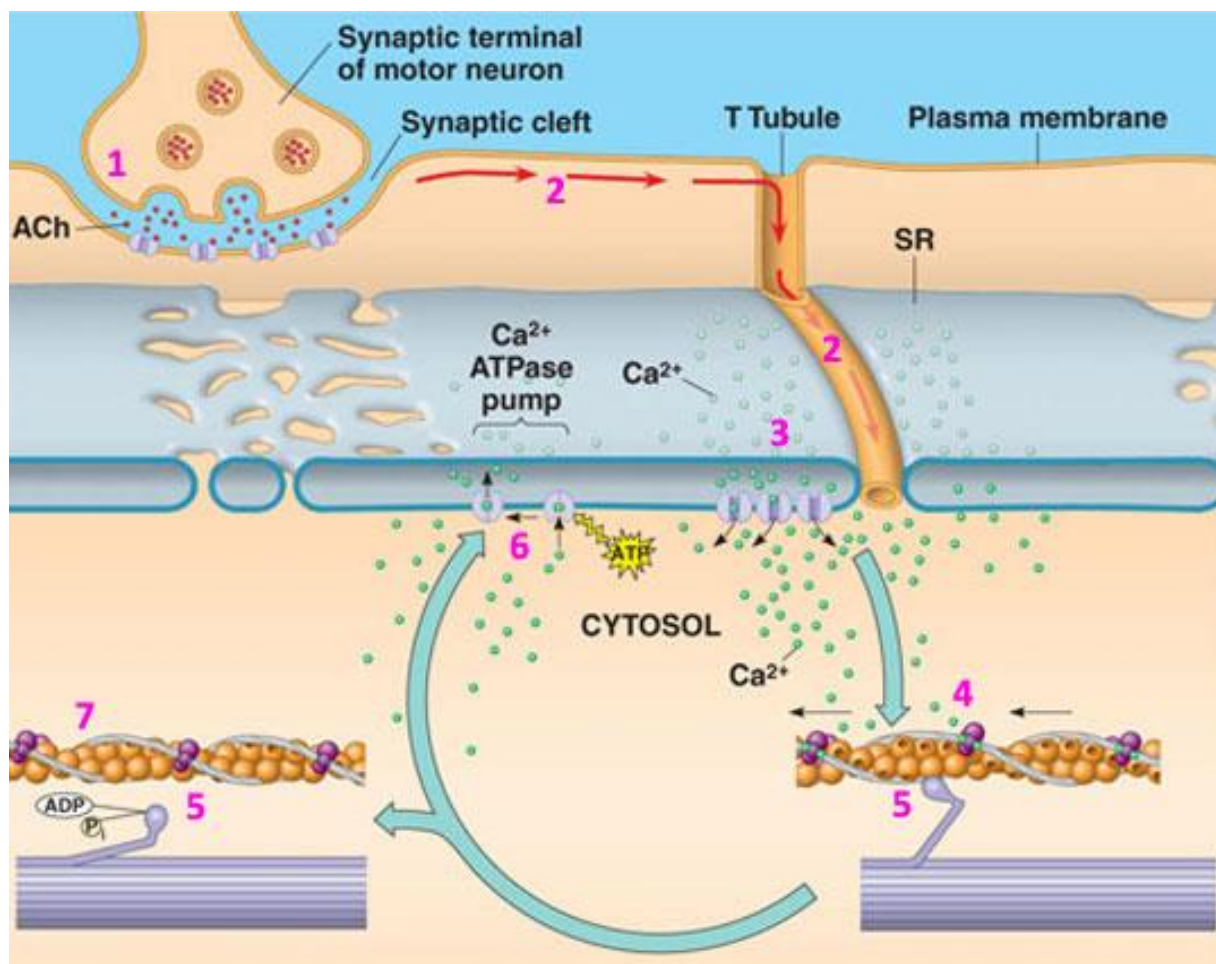
5. Endozitosi honen ondorioz, muskulu barruko sodio kontzentrazio handitzeaz gain, gunea positiboagoa bilakatzen da, eta akzio potentziala mintzean zehar garraiatuko da, mintza bera despolarizatzen den bitartean.
 - a. Prozesuaren amaieran muskulu zuntzak berriz ere bere potentziala berreskuratzeko, sodioa potasio ponparen bitartez sodioa atera eta potasio sartuko da.
6. Akzio potentzial honek erretikulu sarkoplasmatikoa estimulatzen du eta bertan metatuta dagoen Ca^{2+} ioia askatu egiten da.
7. ACh-a bere hartzaile espezifikoetik askatuko da (ez da muskulu barnera sartuko) eta **azetilkolinesterasa** entzimarekin lotuko da; entzima honek ACh bi zatitan hautsiko du. Azken pausu hau oso garrantzitsua da, azken finean ACh hartzaile espezifikoarekin elkartuta gelditzen baldin bada kanal proteinak denbora guztian zabalik egongo dira eta honek, muskulua denbora guztian uzkuratzen egotea bideratzen du. Ez da egokia denbora luzez giharrak uzkuratzen egotea, erlaxatu ere egin behar dira.

5. Irudia: Lotura neuromuskularra egokitua (Mendez, 2019).



6. Irudia: Lotura neuromuskularra (Marieb, 2015).

7. Irudian prozesu honetan kaltzioak duen garrantzia ikus daiteke. Behin sodioa barnera sartzean, muskulu zuntzetako sarkolematik eta T-tubuluetatik ioi positibo honek eragindako akzio potentziala mintzean garraiatzen hasiko da, zelula positiboagoa bilakatuz. Garraio honen ondorioz, bertan dagoen erretikulu sarkoplasmatikoa (ES) aktibatuko da; jarraian kaltzioa askatuko da eta jariapen honek zitoplasmako kaltzio kontzentrazio handituko du. Ca^{2+} ioiaren kontzentrazio igoeraren eraginez, troponina konplexuak aukera gehiago izango du kaltzioarekin elkartzeko, tropomiosina mugituz eta gune aktiboak libre utziz. Zuntza erlaxatzean eta tropomiosinaren blokeoa berreskuratzeko, kaltzioa ES-ra itzuliko da, ATP molekula bat erabiliz. Horrez gain, kaltzioa ere oso garrantzitsua izango da uzkurdura erregulatzeko, hau da, kaltzioaren kontzentrazioaren arabera uzkurdura egiteko aukera gehiago edo gutxiago egongo da (erregulazio honetan ere, ATP molekulen kantitateak zer ikusia du; geroz eta ATP molekula gehiago, orduan eta aukera gehiagoa uzkurdura burutzeko).



7. Irudia: Akoplamendu kitzikapen uzkurdura (Antón, 2010).

Atal honekin amaitzeko, era labur eta zehatz batean kontrakzio muskular motak azalduko dira. Gaur egun uzkurketa tonikoaz gain (alde zurretik azaldutakoa), beste lau uzkurketa mota ezberdinu daitezke (Patton eta Thibodeauk, 2017):

1. Uzkurketa espasmodikoa: **espasmoa** estimulu bateri eman ahal zaion bat-bateko erantzuna da. Normalean horrelako uzkurketak gihar isolatu batean ematen dira, baina egunerokotasunean burutzen ditugun mugimendu koordinatuak egiteko, muskuluar modu informean eta progresioan uzkuratzen dira, ez modu espasmodikoan.
2. Uzkurketa tetanikoa: uzkurketa mota hau espasmoa baino iraunkorragoa da.
3. Uzkurketa isotonikoa: uzkurketa mota honek, artikulazio baten mugimendua dakar, hau da, giharraren luzera aldatu egiten da. 2 mota desberdinu daitezke; alde batetik **uzkurketa kontzentrikoa** (giharra laburtzen denean) eta bestetik, **uzkurketa eszentrikoa** (giharra luzatzen denean). Normalean burutzen ditugun mugimenduak, korri, arnastu, zerbait altxatu, oinez ibili edota bira eman, uzkurketa honen adibideak dira.
4. Uzkurketa isometrikoa: batzuetan uzkurketa batek ez dakar mugimendua, gihar barruko tentsio baizik (muskuluaren luzera aldatu gabe). Beraz, muskulua uzkuratzen denean baina mugimendurik sortzen ez denean, mota honetako uzkurketa eman dela esan daiteke. Nahiz eta mugimendurik ez sortu, tentsio igoera horrek giharra indartu eta garatzen du.

2.2. Zer da neke muskularra?

Gaur egun neke muskularren inguruko hainbat definizio irakur daitezke. Enokak eta Duchateauk (2008), neke muskularra akzio fisiko ezberdinak burutzeko kapazitatean murrizketa bat dagoela adierazteko erabiltzen den termino bat dela aipatzen dute. Bestalde, beste autore batzuek esandakoa ere kontuan hartu dezakegu:

“Giharren jarduera intentsiboek errendimenduaren jaitsiera bat dakar, nekea bezala ezagutzen dena...” (Allen eta Westerblad, 2001).

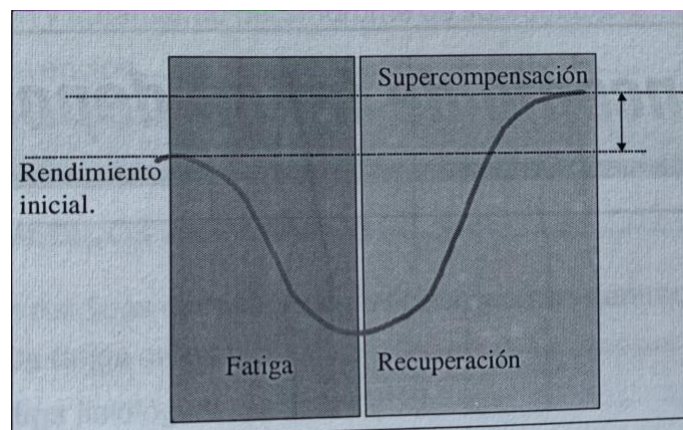
“Denbora tarte luze batean ekintza motore bat burutzeak nekea eragiten du, orokorrean pertsona batek indarra egiteko duen kapazitatearen murrizketa bezala definitzen da” (Lorist et al., 2002).

Barbanyk (2009) bere liburuan azaltzen duen bezala, neke hitza jarduera fisikoaren testuinguruan, kirolariaren gihar edo organismoak esfortzu konkretu baten intentsitatea mantentzeko gai ez denean sortzen den egoera bat bezala uler dezakegu. Horrez gain, babes mekanismo bat da, azken finean bere helburua gehiegizko edo neurrigabea den jarduera batek eragin dezaken ondorio kaltegarriak saihestea baita.

Ahultasun sentrazio honen jatorria hipotalamoan eta talamoaren zati sentikorrean dago. Bestalde, ez da tratamendurako prozedimendu espezifikorik existitzen; prebenitu egin dezakegu, adibidez entrenamendu edo kanpoko estimulu egokiak jasoz, edota laguntza ergogenikoen bidez bere agerraldia atzeratu edo iraupena murriztu.

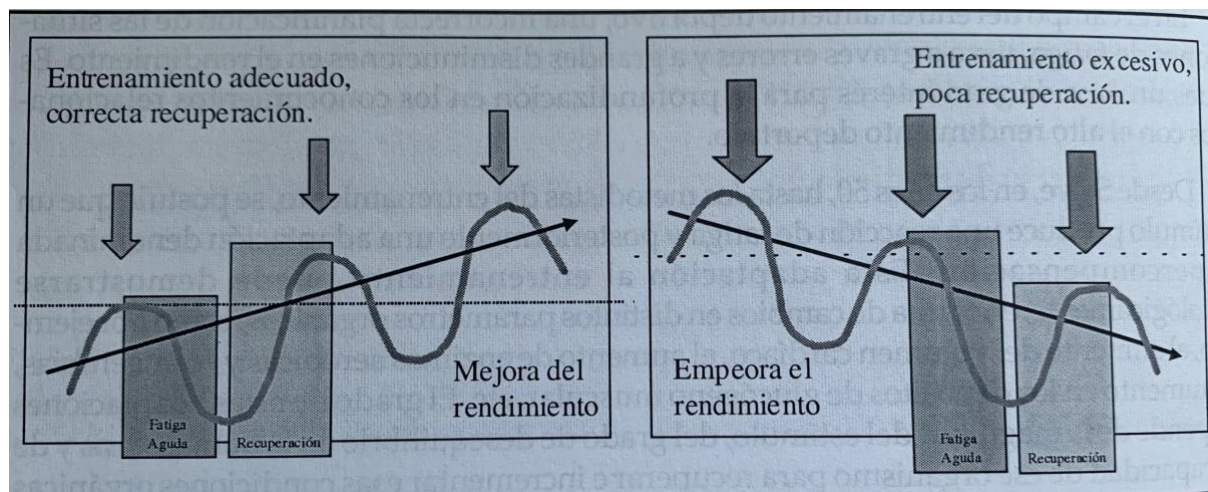
Pertsona bat egoera honetan dagoenean bere gorputzean aldaketa fisiologikoak egoteaz gain, mina bezalako sentrazioak ere agertzen dira, ezintasuna, deserosotasuna eta ezinegona sortaraziz.

Nahiz eta orain arte neke hitza zerbait negatiboa izango balitz bezala ulertu, honek gizakiari adaptazio batzuk eragiten dizkio, hau da, kanpoko estimulu batek (adibidez, entrenamenduak) gizakiari nekea sorrarazten dio eta ondoren adaptazio batzuk lortzen ditu, superkompentsazio bat lortuz. Adaptazioen bitartez kirolariaren errendimenduak gora egiten du *8. Irudian* ikus daiteken bezala (Fernández-García eta Terrados, 2004).



8.Irudia: Entrenamendu baten adaptazioa faseak (Fernández-García eta Terrados, 2004).

Kanpoko estimulu hori egokia baldin bada, kirolariaren errendimenduak gora igoko du, baina estimulu hori txikiago edo handiago baldin bada, errendimenduak ez du gora egingo. Txikiagoa denean errendimendua ez da igoko, mantendua egiten da, kirolariarentzat ez duelako esfortzu bat suposatzen. Aldiz, handiago denean edota errekupeazioa nahikoa ez denean, errendimendua jaitsi egiten da, neke kronikora edo gain-entrenamendua sortuz (*9. Irudia*). Beraz, oso garrantzitsua izango da kanpoko karga hori ondo kontrolatzea, kirolariaren errendimenduak gora egin dezan.



9.Irudia: Entrenamendu baten estimulua (Fernández-García eta Terrados, 2004).

2.3. Nekearen sailkapena

Nahiz eta orokorrean nekea zer den jakin, definizio zehatz bat ezartzea zaila dela Ikusi dugu aldez aurretik. Jarraian, nekea non eta noiz agertzen den eta eragiten duen mailaren arabera sailkapen bat burutuko dut, bitartean agerpen horren arrazoiak zeintzuk diren aipatuz (Córdoba eta Álvarez de Mon, 2001; Fernández-García eta Terrados, 2004).

2.3.1. Neke zentrala eta neke periferikoa

Neke non agertzen denaren arabera, bi neke mota bereizi ditzakegu; **neke zentrala** kontrakzio muskular batean zati nerbioari eragitean, eta **neke periferikoa** giharraren prozesu biokimikoak eta kontraktilak hondatuta daudenean.

Neke zentralak plaka motorraren gainera eragiten du, hau da, sistema nerbio zentalean. Beraz, gihar kontrakzioaren (boluntario, zein nahi gabekoan) kontrolean, bertan parte hartzen duten nerbio egitura ezberdinei eta mantenduari eragiten dio (Gómez-Campos, Cossio-Bolamos, Brousett Minaya eta Fogaca-Hochmuller, 2010). Neke periferikoa aldiz, plaka motorraren azpitik dauden egitura ezberdinei eragiten dio, beste modu batera esanda, muskuluari. Beraz, neke mota hau ondorengo guneetan agertzen da: plaka motorreko mintz postsinaptikoan, sarkoleman eta T tubuluetan (TT), TT eta erretikulu sarkoplasmatikoaren (ES) edo endoplasmatikoaren (EE) arteko loturan, kaltzio ioiaren (Ca^{2+}) eta troponinaren afinitatean, aktina-miosina zubietan eta kaltzio ioia (Ca^{2+}) erakartzeko unean (Quinchanagua, 2017).

2.3.2. Lokala ala globala

Jada neke mota ezberdinak ezagutuz, neke bakoitzak eragiten duen mailaren arabera bi motakoak izan daitezke (Fernández-García eta Terrados, 2004):

1. Lokala: gihar talde konkretu bateri eragiten dio. Adibidez, belaunen flexiogileak (iskiotibialak), sorbalda, besoaren estentsiogileak...
2. Globala: kasu honetan gihar masa handi bateri eragiten dio, hau da, gihar guztietatik gihar eskeletikaoaren 2/3 baino gehiagori eragiten dionean deituko da globala edo generala. Arrauna, igeriketa, iraupen-eskia... bezalako kirolean ematen da gehienbat, gihar ezberdin ugarik parte hartzen dutelako. Horrez gain, neke kronikoa beti izango da globala.

2.3.3. Arina, azpiarina, kronikoa eta gaintrenamendua

Aldez aurretik nekea non agertzen denaren araberako sailkapen bat burutu da. Oraingoan, noiz agertzen den, hau da, agertzen den unearen arabera sailkatuko da; neke akutua (arina), subakutua, kronikoa edo gain-entrenamendua eta gehiegizko esfortzu muskularra. Sailkapen hau azaldu aurretik, garrantzitsua da jakitea nekea fenomeno jarraitu bat dela, hau da, ez dela puntu zehatz batean mozten.

Neke arina entrenamendu edo konpetizioa (saio bat) baten bitartean edo ondoren ematen da. Gihar talde konkretu bateri (adibidez, besoaren flexiogileei, belaunaren estentsiogileei...) eragiteaz gain, edozein gaitasun motorri (abiadura, koordinazioa, indarra eta erresistentzia) eragiten dio eta honek, errendimenduaren gutxiagotze bat dakar. Horrez gain, mota honetako nekea beharrezkoa izango da goran azaldutako entrenamenduaren prozesuko superkonpentsazioa lortzeko (8. Irudia).

Neke azpiarina edo **gainkarga** bezala ere ezagutzen den neke mota hau, entrenamendu bat baino gehiago burutzean ematen da; normalean kirolariak burutzen dituen entrenamenduak baino intentsitate altuagoko entrenamenduen mikroziklo bat baino gehiago burutzean edota errekupeziozko saio gutxiegi egitean sortzen da. Gaur egun kirolaria egoera honetara eramateko joera dago, aurreko kasuan bezala, neke honen ondorioz kirolariak entrenamenduarekiko adaptazioa batzuk lortzen baititu, jarraian superkonpentsazioa lortuz eta bere errendimendua igoz (Córdova eta Álvarez de Mon, 2001).

Jarraian azalduko den nekea, **neke kronikoa** izango da. Kirolaria egoera honetara heltzean **gain-entrenamendu sindromea** duela esaten da. Mota honetako nekea mikroziklo bat baino gehiago burutzean eta mikroziklo horretako entrenamendu-konpetizio eta errekupeazioaren arteko erlazioa desorekatuta dagoenean ematen da, hau da, kirolariak jada gainkarga bat du baina intentsitate altuko entrenamenduak burutzen jarraitzen ditu, behar den bezala edo ezer ere ez errekupeatu gabe. Honen ondorioz kirolariaren errendimenduak beheraka egingo du. Neke kronikoa eta neke azpiarinaren arteko ezberdintasuna iraupenean, sintomen larritasunean eta errekupeatzeko behar den denboran ematen da.

Sailkapen mota honekin amaitzeko **gehiegizko esfortzu muskularra** azalduko da. Mota honetako nekea entrenamendu baten ondoren agertzen da, non entrenamendu horrek giharraren esfortzu tolerantzia maila gaintzen duen. Kirolariak burutzen duen entrenamenduaren intentsitatearen arabera, saioaren ondorengo 8-72 orduetan agertzen da. Horrez gain muskulu-ehunean eragiten du, hau da, burututako jardueran erabilitako giharretako ehunetan mikrolesioak sortzen ditu, giharraren hantura atzeratua edo “agujeta” bezala ezagutzen den egoera bat sortuz. Mikrolesio hauen ondorioz, gizakiak izango duen sintoma argiena giharretako mina izango da. Gehiegizko esfortzu muskular hau aurretik azaldutako beste neke motekin batera agertu daiteke (Fernández-García eta Terrados, 2004).

2.3.3.1. Agerpenaren arrazoiak

Neke muskularraren sailkapena egin ondoren, atal honetan neke mota horiek zergatik agertzen diren edo beraien kausak zeintzuk diren zehazten dira. Orokorrean neke muskularraren kausak honako hauek izan daitezke (Urdampilleta et al., 2015):

- a) **Konpetizio gutxietan parte hartzea**: kirolariak lasterketa edo konpetizio gutxiagoetan parte hartu ezker, denbora gehiago dedikatzen dio intentsitate handiagotako entrenamenduei, eta gainera ez du deskantsu egokia bat burutzen.
- b) **Entrenatzeko eskakizunak azkar handitzea**: kirolari baten deskantsu fasea burutu ondoren eta entrenatzen hasi baino lehen, beti adaptazio fase baten bitartez egoera fisiko egoki bat lortu behar dute, gorputza berriz ere entrenamenduetara ondo egokitzeko.
- c) **Biltegi energetikoak berreskuratzeko estrategia txarra** erabiltzea eta **errekupeazio falta** izatea: glukogeno gutxi izateak, gizakiaren nekea, kaltzioaren askapen txikiagoa, kontrakzioaren inhibizioa eta muskuluen suntsipena dakar.
- d) **Entrenamendu plana gaizki egitea**: gain-entrenamendua egoerara iristea, lo falta edukitzea edo errekupeazio denborak txarto planifikatzea.

- e) **Intentsitate handiko kargak gehiegi burutzea:** lehen esan bezala, gorputza egoera berri batera adaptatu behar da. Horrez gain, kirolaria egoera honetan dagoenean, gorputzeko kortisol hormonaren kantitatea handitu egiten da, estres maila handituz.
- f) **Kirolariaren bizi-ohituren alterazioak:** ordutegia desberdina duen beste herrialde batera bidaiatzean, horrek "jet lag" bezala ezagutzen den ordutegiarekiko desoreka bat eragin dezake. Fenomeno honek pertsonaren erritmo zirkadianoan desinkronizazioak eragiten dituenez, errendimenduan ondorioa kaltegarriak izango ditu.

Kausa hauek ezagutu ondoren, jarraian fisiologiarekin lotura gehiago dituzten neke arinaren kausak azaltzen dira. Alde batetik, faktore metabolikoek duten eragina dago; kontrakzio muskular bat burutzean, glukolisia eragiteko ATPasa entzima aktibatzen da eta prozesu horrek zelula barneko metabolito ezberdinen kantitatearen handiagotzea dakar, H⁺, laktatoa, eta ROS metabolitoena, besteak beste. Glukolisi prozesua gertatzean, pirubatoak sortzen dira eta hauek deskonposizio bat jaso ondoren Krebsen ziklora joaten dira bertan oxidatzeko, baina pirubato gehiago egon ezker azido laktiko bihurtzen da, laktato eta H⁺ ioiak sortuz. H⁺ ioien metaketaren ondorioz, gorputzaren pHa jaitsi egiten da eta honek erretikulu sarkoplasmatikoan burutzen den kaltzioaren jariatzean eragiteaz gain, sodio potasio bonban ere eragiten du: zelularen kanpoko eremuaren eta zitoplasmaren arteko ioi trukeaz arduratzen da, zelulako homeostasia mantentzeko (Wan et al., 2017).

Faktore metabolikoekin jarraituz, estres oxidatiboa ere badago. Egoera hau, lehen aipatutako oxigeno espezie errektiboan (ROS) pilaketaren ondorioz gertatzen da; denbora luzez jardura fisiko aerobikoa egitean gertatzen da. Metabolito honek superoxidoak (O₂⁻), hidrogenoaren peroxidoa (H₂O₂) eta erradikal askeak (hidroxilo erradikala) ditu, eta hauen metaketa handitu egiten da jardueraren intentsitatea handitzen den heinean. Gainera ROSen metaketak, sodio potasio ponpan eta kaltzioaren homeostasian (bere jariatzean eraginez) eragiteaz gain, proteina ezberdinetan, ADN-an, RNA-n eta zeluletako lipidoetan ere eragina du, guzti honek neke muskularra eragiten duela jakinez (Wan et al., 2017).

Jardura anaerobikoetan aldiz, kaltzio ioien eta fosforo inorganikoren alterazioa ematen da. Fosfokreatinaren hidrolisiaren ondorioz miofibriletako fosforo inorganikoaren kantitatea handitu egiten da eta honek, kaltzioaren sentsibilitatea murrizten du, kontrakzio muskularra zailduz (Urdampilleta et al., 2015).

Aldez aurretik kaltzioak kontrakzio muskularrean duen garrantzia ezagutu ondoren, bere jariatzeak neke muskularrean eragina duela esan daiteke. Wan et al. (2017) burututako ikerketan kaltzioaren jariatzean eragiten duten bi mekanismo ezberdintzen dira:

- Lehenen mekanismoari dagokionez, badakigu akzio potentzialaren bitartez sodio ioia muskulu zelularen barnera sartzen dela eta ondorengo polarizazioaren bitartez, potasioa ioia kanporatu. Muskulua maiztasun handiz estimulatzen baldin bada, zelularen kanpoko eremuan potasioaren kontzentrazioa handitu daiteke eta horrek sentsorearen aktibazioan boltajea eta akzio potentzialaren anplitudean txikitu dezake.
- Bestalde, bigarren mekanismoak honako hau dio: deskantsuan dagoen zuntz bateko ATP molekulak magnesio ioiarekin (Mg^{2+}) loturik daude. Nekeak, zelula barneko ATP molekulen murrizketa ekarri dezake, magnesio ioi askeen kontzentrazio handituz. Magnesioaren kontzentrazio aldaketaren ondorioz, kaltzioa jariatzeko erabiltzen diren erretikulu sarkoplasmatikoko kanaletan eragina izango du, jariapen hori txikiagotuz.

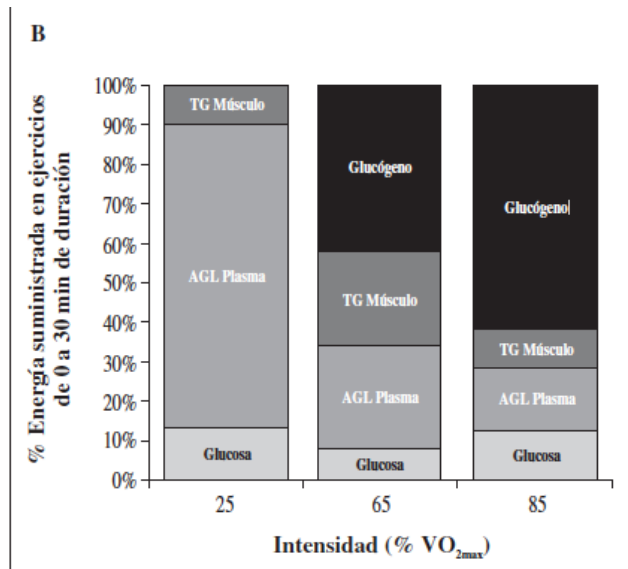
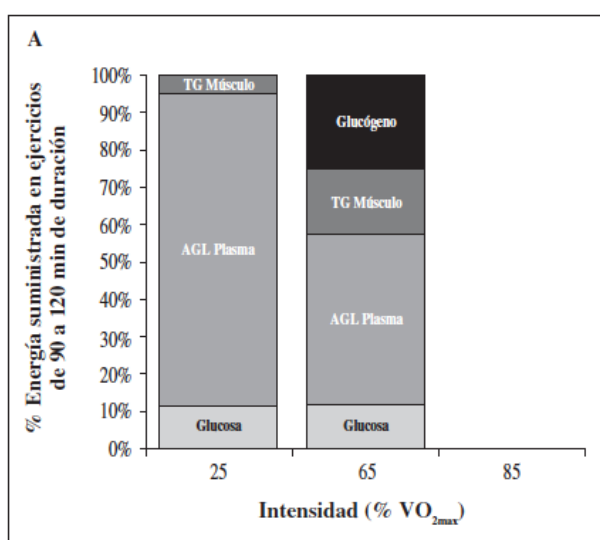
Faktore mekanikoak alde batera utziz, jarraian neke muskularren beste kausa batzuk azaltzen dira. Urdampilleta et lankideek (2015) burututako ikerketa batean giharretako tenperaturak duen eragina aztertu zuten; giharrak potentzia handiago batean lan egiten baldin bada, bere tenperatura handitu egiten da. Tenperatura igotze hori lar handia baldin bada, hau da, tenperatura zentrala $39^{\circ}C$ tik gora igotzen baldin bada, giharraren funtzionamendua okertzeaz gain, maila entzimakoari, kirolariaren deshidratazioari eta tenperaturari eragingo dio, guzti onek neke muskularra eraginez.

Beste hainbat ikerketetan, odol fluxuak neke muskularrean duen eragina azpimarratzen da. Kirolaria deshidratazio egoera batean baldin badago, zelulaz kanpoko odol eta ur kantitatea murriztu egiten da, oxigenazioaren garraioa gutxiagotuz. Honen ondorioz, giharretako oxigeno eta elikagaien erabilgarritasuna murriztu egiten da (Urdampilleta et al., 2015). Odol fluxuak gorputzeko atal ezberdinetara elikagaiak garraiatzeko funtzio izateaz gain, oxigenoa ere garraiatzen du; giharrek kontrakzioa burutzeko oxigenoa beharrezkoa dute eta odolaren bitartez lortzen dute elementu kimiko hori. Bestalde, kontrakzio muskular boluntarioak burutzen ditugunean, gure arterietako presioaren batz-bestekoa handitu egiten denez, odol fluxua murriztu egiten da. Murrizketa honen ondorioz, giharretara ez da beharrezko oxigeno kantitatea garraiatuko eta honek neke muskularra eragingo du (Wan, Qin, Wang, Sun eta Liu, 2017).

Odol fluxuarekin jarraituz, Murthy, Hargens, Lehman eta Remperek (2001) egin zuten ikerketan, oxigenazio muskularren murrizketarekin zer ikusia duen iskemiak neke muskularrean eragiten zuela ondorioztatu zuten. Iskemia, gorputzeko eremu jakin bateko arterietan odol zirkulazioa etetea edo gutxitzea da; horrek, aurretik azalduta dagoen bezala, eragindako gunean oxigeno eta materia nutritiboan murriztapena edo gabezia eragingo du.

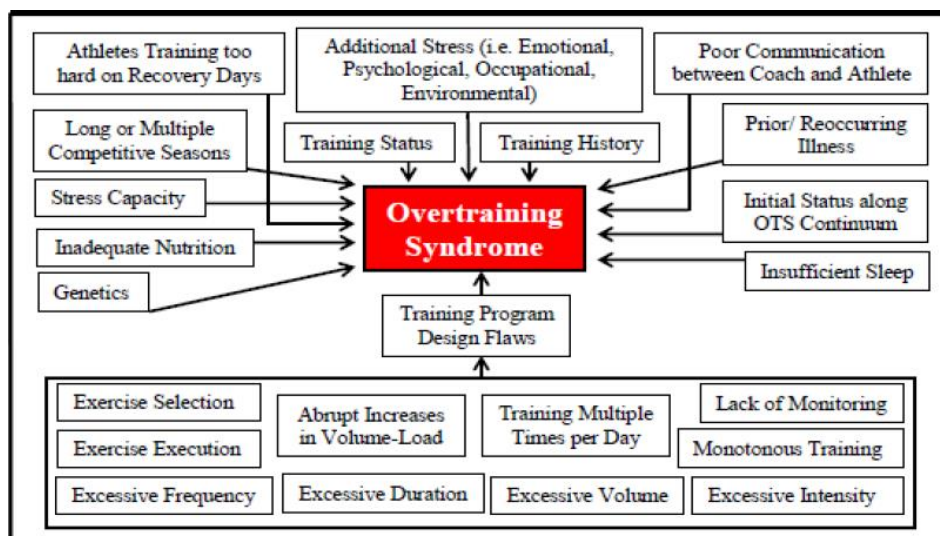
Energiak ere zer ikusi handia du gai honetan, hau da, kirolariak kirola edo jarduera fisikoa egiten duenean bere gorputzean duen energiak ere neke muskularrean eragiten du. Aurreko ataletan azalduta dagoen bezala, giharren kontrakzioa eta erlaxazioa emateko ATPa derrigorrezkoa da, hau da, gorputzak ATP molekulak izan behar ditu gizakiak mugimendu ezberdinak (egunerokotasunean burutzen ditugun mugimenduez gain, jarduera ezberdinak aurrera eramateko derrigorrez burutu behar ditugunak ere) burutzeko. ATP molekula horiek lortzeko, gizakiaren gorputzak glukogenoa (karbohidratoen energia biltegia) erabiltzen du; polisakarido honen erreserbak eskasak direnean, kirolariak ezin izango du burutzen hari den jarduera fisikoa aurrera jarraitu (Wan, Qin, Wang, Sun eta Liu, 2017).

Horrez gain, beste ikerlari batzuek giharretan dagoen glukogeno edukiaren eta jardueraren erresistentziaren eta intentsitatearen artean korrelazio bat dagoela egiaztatu zuten (10. Irudia). Intentsitateari dagokionez, jardueraren intentsitatea handitzen den heinean, glukogenoaren erabilera ere handitu egiten dela ondorioztatu zuten (Peinado, Rojo-Tirado eta Benito, 2013). Baina jardueraren erresistentzia aztertuz, honako hau frogatu zuten: nahiz eta jarduera aerobikoetan grasek parte hartu (jarduera anaerobikoetan gertatzen ez den bezala), jarduera horren iraupenak aurrera jarraitzen baldin badu, glukogenozko erreserbak ere erabiliko direla. Beraz, jardueraren intentsitate edo erresistentzia handitzen doan heinean, glukogenoaren garrantzia ere handitu egiten dela egiaztatu da (Pérez-Guisado, 2008).



10. Irudia: Giharretan dagoen glukogeno edukiaren eta jardueraren erresistentzia eta intentsitatearen arteko korrelazioa (Peinado, Rojo-Tirado eta Benito, 2013).

Atal honekin amaten joateko, jarraian artikulu ezberdinetan aurkitzen diren neke muskularraren agerpenaren beste hainbat arrazoi azalduko dira. Alde batetik, faktore neuromuskularrak daude, hau da, Wan et lankideek (2017) frogatu zuten neurotransmisore zentral batzuk (DA, 5-HT eta NA) ere neke muskularrean eragiten zutela. Haez gain, kirolariak neke muskularra duenaren beste markagailu posible batzuk, hidrogeno peroxidoa, E bitamina, C proteina erreaktiboa, albumina eta azido askorbikoa izan daitezke egiaztatuta (Urdampilleta et al., 2015). Beraz, ikerketa ezberdinen arabera eta jarraian dagoen irudiak (11. Irudia) azaltzen duen bezala, gain entrenamenduaren kausak ugariak izan daitezke.



11. Irudia: Gain-entramenduaren agerpenaren arrazoiak (Carter, Potter eta Brooks, 2014).

2.4. Nekearen eta errekupeazioaren pertzepzioa

Aurreko atalean azalduko neke motak ulertu ondoren, atal honetan pertsona batek neke hori nola hautemateen duen azalduko da. Baina horrekin hasi baino lehen, argi izan behar dugu neke hitza eta nekearen pertzepzioa ez dela gauza bera; nekea, burututako lanaren gutxiagotzea da eta nekearen pertzepzioak ekintza edo jarduera konkretu batek pertsona bati eragiten dion nekea neurtu edo kuantifikatzen du (Fernández-García eta Terrados, 2004).

Gaur egun jarduera fisikoak kirolarietara eragiten dieten nekea ebaluatzeko metodo ezberdinak daude, normalean subjektiboak direnak; Hamilton et lankideek (1996) burututako ikerketa batean nekea tentsio edo min muskularra bezalako sententzioekin bereizi daitezkeela diote. Bestalde, jarduera bateko intentsitatea nolako den kuantifikatzeko esfortzuaren pertzepzioaren eskalak (RPE) erabiltzen dira.

Gehien erabiltzen den eskaletako bat **Borg-en eskala** da; Gunnar Borg izeneko gizon batek asmatu zuen 1970ean. Hau, 15 mailetan ezberdintzen da, 6tik 20ko eskala batean; 7 zenbakia oso oso txikia, 13a zerbait gogorra eta 19 oso oso gogorra (*12. Irudia*). Kirolariei jarduera burutzen dabiltzanean edo ondoren berain sentrazio ezberdinak kontuan hartuz zenbaki batean kokatzea eskatzen zaie (Williams, 2017).

Table 1. The 15-grade scale for ratings of perceived exertion, the RPE Scale. (3)

6	
7	Very, very light
8	
9	Very light
10	
11	Fairly light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Very, very hard
20	

12. Irudia: Borg eskala, 1970. (Borg, 1982).

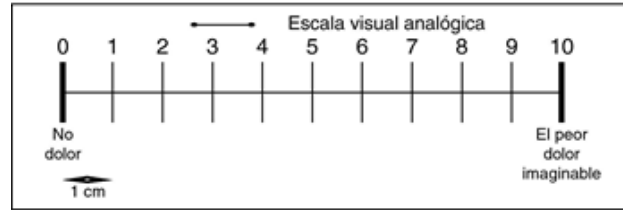
Denbora bat pasa eta gero, autore berdinak aurreko eskalan aldaketa batzuk egin zituen eta gaur egun **CR-10** bezala ezagutzen den eskala berri bat sortu zuen. Kasu honetan eskala 0tik 10era doa, 12 maila ezberdin edukiz (*13. Irudia*). Bestalde, eskala klasikoarekin konparatuz, honek karga altuetan linealtasun handiago duela ikus daiteke.

Table 2. The new rating scale constructed as a category scale with ratio properties. (5)

0	Nothing at all	
0.5	Very, very weak	(just noticeable)
1	Very weak	
2	Weak	(light)
3	Moderate	
4	Somewhat strong	
5	Strong	(heavy)
6		
7	Very strong	
8		
9		
10	Very, very strong	(almost max)
•	Maximal	

13. Irudia: CR-10 eskala (Borg, 1982).

Bestalde, beste eskala psikometriko batzuk ere erabiltzen dira, **VAS** (“escala analógica visual”) eskala esate baterako. Eskala hau min muskularra neurtzeko erabiltzen da, 10 cm-ko marra batean adierazitako 0-10 bitarteko eskala baten bitartez (*14. Irudia*); 0 “minik gabe” eta 10” imajina daitekeen minik okerrera” izanik (Faiz Waqar, 2014).



14. Irudia: VAS eskala (Faiz Waqar, 2014).

Eskala hauek ikusi ondoren, nola jakin bata bestea baino hobea dela? Argi dago gauza ezberdinak lantzeko erabiltzen direla, baina Grant et lankideek (1999) burututako ikerketa batean VAS eta CR-10 eskalak konparatu ziren eta VAS eskala CR-10a baino hobea zela ondorioztatu zuten, nahiz eta ezberdintasuna txikia izan.

Nahiz eta orain arte soilik eskala mota ezberdinak ikusi, badaude nekea modu libreago batean neurtzeko beste era batzuk; kirolariari bere nekea kuantifikatzeko galdetuz, eskalarik erabili gabe. Kasu honetako balorazioak **MEL** (“magnitudes de estimación libre”) bezala ezagutzen dira, baina ez dira aurrekoak bezain efizienteak.

Nekearen pertzepzioarekin jarraituz, Fernández-García eta Terradosen (2004) lanean ondorioztatu daitekeen bezala, horretan eragiten duten hainbat faktore daude:

- Faktore fisiologiko, metaboliko eta hormonalak.
- Sexua.
- Faktore kognitibo eta emozionalak.
- Nekearen maila.
- Entrenamendua.
- Ingurugiroko faktoreak.
- Burututako lan mota eta bere karga.

Ikusi dugun bezala kirolarien neke maila aztertzea oso garrantzitsua da, baina beraien errehabilitazio nolakoa den ikustea ere interesgarria da gaur egun, batez ere kirolariak entrenamenduarekiko duen asimilazioa kontrolatzeko tresna baliagarri bat delako. Horretarako 1998an Kenttä eta Hassménék asmatutako **TQR** (“**total quality recovery**”) bezala ezagutzen den eskala bat erabiltzen da (15. Irudia).

Total quality recovery (TQR)
6
7 Very, very poor recovery
8
9 Very poor recovery
10
11 Poor recovery
12
13 Reasonable recovery
14
15 Good recovery
16
17 Very good recovery
18
19 Very, very good recovery
20

15. Irudia: TQR eskala. (Kenttä eta Hassmén, 1998).

Autore hauek eskala hau erabiltzeko bi metodo sortu zituzten. Metodo batek kirolariaren errekupeazioa neurtzeko balio du (TQR-per); kirolariak bere azken 24 orduetako errekupeazio maila baloratzen du ohera sartu baino lehen. Beste metodoa aldiz, lehena baino konplexuagoa da, kasu honetan, 4 kategoriaren bitartez baloratzen da errekupeazioa; luzaketak eta atsedean aktiboa, nutrizioa eta hidratazioa, erlaxazioa eta emozioak eta loa eta atsedena. Faktore horiez gain, alde aurretik burututako entrenamendua eta gaixotasunak ere kontuan hartu behar dira, errekupeazioan eragiten baitute (Kenttä eta Hassmén, 1998).

2.5. Tratamendua

Atal honetan, nekearen tratamendua edo beste era batean esanda, kirolaria neke egoera batetik errekupeatzeko gaur egun dauden metodoak azalduko dira. Snyder et lankideek (1995) burutu zuten ikerketa batean gain-entrenamenduaren sintoma eta seinaleak orokorrean 6 eta 10-12 egun artean desagertzen direla diote, baina kirolari horrek bere hormonen dinamika fisiologikoa errekupeatzeko, berriz, 4 aste behar izaten ditu (Barron, 1985).

Bestalde, gaur egun neke muskularra errekupeatzeko hainbat metodo existitzen dira, besteak beste, jardueraren ondoren aplikatzen direnak; hauek, baliabide fisiko, fisiologiko, nutrizional edo farmakologikoak (immunomodulatuzaileak eta antiinflamatorioak) erabiliz aplikatzen dira. Laguntza fisiko edo mekanikoei dagokionez, errekupeazio orokorrerako eta zonalde edo gihar konkretu baterako metodoak ezberdindu daitezke. Elektro estimulazioa, masajeak, luzaketak, hotzaren aplikazioa eta ur hotzetako bainuak bezalako metodoak, errekupeazio orokor baterako erabiltzen dira eta hauen helburua nagusia, nekatuta dauden giharretara odol bolumen handiagoa heltzea izaten da. Bestalde, “punción seca” izeneko teknika, gihar

konkretu eta gune bateko gihar talde baten errekupeziarako erabiltzen da. Metodo fisiko hauez gain, hankak altxatzearena edo galtzerdi konpresioen erabilerarena ere ezagutzen da, zainetako itzulera errazteko helburua duena (Urdampilleta et al., 2015). Jarraian, aipatutako metodoak banan-banan azalduko dira:

- Elektroterapia, giharren barruko gunean odol bolumena handitu eta azido laktikoaren kontzentrazioa murrizteaz gain, efektu analgesikoa ere badu (Diéguez, 2018).
- Hidroterapia, hau da, hankak uretan sartzearen metodo hau, gaur egun oso famatua da. Bere onurak, honako hauek dira: zelula eta hodian barneko fluidoaren alterazioak eta gihar edemen murrizketak sortzen ditu eta odol garraioa eta fluxua handitzen du. Lau murgiltze mota ezberdintzen dira: ur hotzetako (< 15°C) murgilketa, ur berotako (>36°C) murgilketa, ur naturaletako (15°Ctik 36°Cra) murgilketa eta ur hotz eta beroko kontrasteko bainuak. Normalean bainu hauek 5-15 minututako iraupena izaten dute eta kontrasteko bainu bat hartu ezker, temperatura bakoitzean minutu batez murgildu beharko ditu kirolariak bere hankak, guztira 15 minutu burutuz (Versey et al., 2013). Metodo hau ondo erabiltzen bada, hau da, bainuaren iraupena eta uraren temperatura egokia baldin bada, hankak ur hotzetan murgiltzean minaren pertzepzioa eta neke muskularra murrizten dela egiaztatu dago (Climent, 2016).
- Konpresiozko jantziak geroz eta gehiago erabiltzen dira kirolean. Halsonen (2013) arabera, arazo linfaticoak eta zirkulatorioak tratatzeko erabiltzen den estrategia bat da, baina kirolean ere onuragarria dela frogatu da; kanpoko presioak muskulu barneko espazioa murrizten du, hantura bat egoteko aukerak murrizteko eta gihar zuntzen lerrotzea eragiteko. Honen ondorioz, hantura erantzuna eta baita ere giharretako mina murriztu egingo da.
- Askapen miofaszial metodoa erraza eta arina da. Orain dela 20 urte hasi zen ezagutarazten, Mike Clark izeneko fisioterapeutak auto-masajeak burutzeko tresna asmatu zuenean; Foam Roller izeneko aparrezko arrabola bat. Tresna honen bitartez, kirolariak bere pisua errabolan gainean uzten du eta ondoren interesatzen zaion giharra (zona mingarrietan) masajeatuko du, arrabola bertan biratuz. Macdonald, Button, Drinkwater eta Behm-en (2013) arabera, entrenamendu edo saio baten ondoren erabili ezker, desoreka muskularrak zuzentzen laguntzen du, estres articularra murrizten du, min muskularra murriztu eta atzeratzen du, mugimendu maila (ROM) handitzen du eta efizientzia neuromuskularra hobetzen du.

- Luzaketak errekupeazio bezala erabiltzearen inguruan bi idea kontrajarri aurkitzen dira gaur egun; alde batetik, mugimendu maila (ROM) hobetzen eta giharretako mina murrizten dutela irakurri daiteke (Halson, 2013) eta bestetik, ez duela errendimendua hobekuntzarik eragiten eta ez direla egokia errekupeazio metodo bat bezala erabiltzeko (Diéguez, 2018).
- Laguntza nutrizionalek ere eragina du neke muskularrean eta hainbat ikerketetan jardueraren ondoren kirolariak jaten dituen elikagaien garrantzia azpimarratzen da. Terrados eta Callejaren (2010) arabera, kreatina substantzia nekearen errekupeazioan laguntzen duen eta gehien erabiltzen den suplementazioa da; hau, gizakion giharretan egoteaz gain, gibelean, pankrean eta giltzurrunetan dago, gainera gizakiok haragi gorria jatean lortzen dugu.
- Intentsitate handiko jarduera fisiko baten ondoren, gorputza egoera kataboliko batean dagoela esan daiteke; kortisol bezalako estres hormonak ugaritu egiten dira eta glukogenoa bezalako erresebak gutxitu edota agortu. Beraz, saioaren ondoren jaten dena, hau da, suplementazio nutrizionala egokia izan behar, gorputza egoera kataboliko horretarik, anabolikora pasatu eta energiak berreskuratzeko (Ivy eta Ferguson, 2010). Entrenamenduaren ondorengo elikagaien suplementazioa, Ivy eta Fergusonen (2010) arabera, eraginkorra da arrazoiz ezberdinengatik: alde batetik, jarduera burutu eta jarraian, giharrek estimulu nutrizionalekiko duten sentsibilitatea handiagotu egiten baita eta bestetik, elikagaiek estresaren hormona katabolikoaren erantzuna moteltzen dutelako eta proteinen degradazioa aitzintzen laguntzen dutelako, proteinen birsortzea arinduz. Horrez gain, gaur egun egiaztatutako dago karbohidratoak eta proteinak aldi berean jatea, beste makro nutriente bat bakarrik jatea baino eraginkorragoa dela, aldi berean bi makro nutrienteen metabolismoak aktibatzen direlako. Bestalde, goran aipatutako glukogeno erresebak errekupeatzeko prozesua geldoa dela frogatua dago; sortutako galeren arabera, jarduera fisikoa egin eta ondorengo 24-48 ordu bitartekoa izan daiteke. Gainera, glukogenoaren resintesiaren abiadura maximoa, entrenamendua amaitu eta ondorengo bi orduetan ematen da; resintesiaren azeleratzeko, jarraian karbohidratoak jatea komeni da (Pérez-Guisado, 2008).

Errekupeaziozko metodo huez gain, kirolari askok erabiltzen duten beste bi metodo ere badaude, **errekupeazio aktiboa** eta **pasiboa** bezala ezagutzen direnak. Errekupeazio aktiboari dagokionez, metodo hau errekupeazioa azeleratzeko tresna terapeutiko bezala erabiltzen dela (Diéguez, 2018) eta entrenamenduaren jarraian edota hurrengo saioan

erabiltzeko balio duela egiaztatuta dago. Orokorrean, hiru teknika bereizten dira; intentsitate baxuko lasterketa jarraia, luzaketak eta mobilizazioaren bidezko erlaxazio muskularra. Horrez gain, jada metodo honek kirolariarengan hainbat onura dituela frogatu da, besteak beste, giharretako mina murrizten du, giharrak uzkuertzeko gaitasuna berrezartzen du eta muskulu zuntzetako mikrolesioak orbaintzen laguntzen du.

Errekuperazio pasiboari buruz hitz egitean, entrenamendu edo konpetizio baten ondoren, gauza ohikoak ez diren beste ezer ere ez egiteari egiten da erreferentzia. Ziurrenik, lo egitea da atletak har dezakeen errekupeazio pasiboarako modurik oinarritzkoena eta garrantzitsuena (Diéguez, 2018).

2.6. Prebentzioa

Behin neke muskularraren tratamendua azaldu ondoren, egoera hori nola saihestu edo kirolariak egoera horretara heldu baino lehen egin dezakeen prebentzioa nolako izan daitekeen azalduko da. Aldez aurretik, neke muskularrak gizakiongan izan dezakeen eragina eta bere agerpenaren arrazoiak zeintzuk diren ikusita, hartu daitezkeen prebentzio batzuk ondorioztatu daitezke, esate baterako, glukogeno erresebak ondo edukitzea eta dieta egoki bat eramatea. Baina beno, gai honen inguruko hainbat ikerketa burutu direnez, hona hemen beste ikerlari batzuk ateratako ondorioak.

Hasteko, oso garrantzitsua izango da neke “normala” eta “ez egokia” desberdintzea, nahiz eta zaila izan; entrenamendu egoki batek sortzen duena eta adaptazioak lortzeko beharrezkoa dena eta entrenamenduak akumulatzen direnean eta gain-entrenamendu egoerara iritsi daitekeena, hurrenez hurren (Fernández-García eta Terrados, 2004).

Córdova eta Álvarez de Monen (2001) ikuspuntutik, kirolariaren prestaketak (entrenamendu/errekuperazioa arteko oreka bat) neke muskularraren prebentzian eragina du, hau da, kirolariak burutzen duen entrenamendu mota, eta horrek duen bolumen eta intentsitatea kontrolatzea garrantzitsua izango da. Entrenatzaile batzuk diotenez, kirolariak adaptazioak lortzen hasteko, entrenamendu kopurua ezin izango da %5 baino gehiago izan. Horrez gain, saioen intentsitate eta bolumen modu progresibo batean handitzen joan behako da; hauek, kirolariaren egoeraren eta bere posibilitateen artean egokitzeaz gain, oso garrantzitsua izango da errekupeazioak ere ondo burutzea, guzti honek gain-entrenamendu egoera saihesteko balioko duelako. Bestalde, kontuan hartu behar dira kirolariari bere egunerokotasunean hainbat faktorek eragiten dizkiotela, adibidez, bidaiak, lo falta, tentsio

emozionalak, familia... guzti hauek bere entrenamenduak eragindako estresa handitzen duela jakinez.

Nahiz eta entrenatzaileek planifikazio ondo burutu, batzuetan kirolariak bere sentsazio edo saioetan lortzen dituen emaitzen bitartez, gain-entrenamendu egoerara iristen edo jada bertan dagoela adierazten du; aldez aurretik burututako entrenamendu berbera egiteko esfortzu gehiago egin behar duela, saioan aurrera jarraitzeko beste batzuetan baino errekupeazio gehiago behar duela eta motibazio falta, esate baterako. Kasu honetan, kirolariak esaten duenari garrantzia eman behar zaio eta behar izan ezkeren entrenatzaileak duen planifikazioa aldatu egin beharko da, kirolariaren errendimendua ez jaisteko, neke muskularra ez jasateko eta aurrera jarraitu ahal izateko.

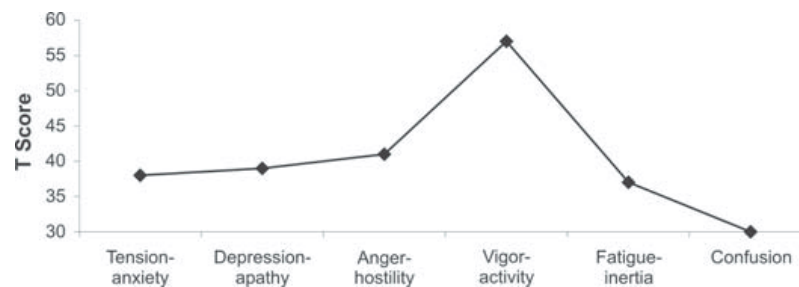
Gaur egun gain-entrenamendu egoerara ez iristeko baina karga altuko entrenamenduak mantentzeko, entrenamenduak ebaluatzeko metodoak erabiltzen dira, entrenamenduen monitorizazioak deitzen direnak. Metodo hauek, entrenamendua baloratzeaz gain, kirolariak saioa nola asimilatu duen ebaluatzen du eta horretarako elementu kualitatibo eta kuantitatiboak erabiltzen dira. Monitorizazioaren bidez, denboran zehar kirolariaren parametro psiko-fisiologikoen jarraipen bat egin dezakegu, burututako karga eta errekupeazioa kontuan hartuta. Jarraipen honekin, entrenatzaileak saioen karga jaitsi, mantendu edo handitu behar duen jakin ahalko du, kirolariaren errendimenduan positiboki eraginez (Fernández-García eta Terrados, 2004).

Entrenamenduaren asimilazioa kontrolatzeko jarraipena bi motakoak izan daitezke, alde batetik egunekoa eta bestetik periodikoa. Egunekoa, izenak esaten duen bezala, datuak edo parametroak egunero erregistratzen dira. Alde batetik, kirolariaren egoera orokorra zein den baloratzen da, hau da, loa, apetitua, pisua, atsedendiko bihotz maiztasuna (jaiki baino arinago), TQR eskala eta gogo aldartea. Bestetik, entrenamenduaren karakteristika nagusiak erregistratzen dira; saioaren kuantifikazioa eta izan duen karga (kirolariak burutzen duen kirolaren arabera modu batera edo bestera burutuko da), aldez aurretik planifikatutako entrenamenduaren eta burututakoaren arteko erlazioa, RPE eta kirolariak dituen arazo edo minak. Huez gain, parametro ezberdinak neurtzeko beste metodo batzuk ere erabiltzen dira:

- Odol analisiak: kreatina kinasa, urea eta amonioa neurtzeko.
- Listu analisisia: kortisol bezalako hormonak analizatzeko.
- Gernu analisisia: proteina ezberdinak baloratzeko.

Jarraipen periodikoari dagokionez, kasu honetan entrenatzaileek, medikuek, prestatzaile fisikoek, psikologoek... burututako planifikazioaren eta test konplexuen bidez

entrenamenduaren asimilazio eta errendimenduren hobekuntzak denboran zehar nolakoak izan diren baloratzen dira. Alde batetik, kirol bakoitzerako dauden proba fisikoak egongo dira (hauek baloratu nahi dugun gaitasun fisikoaren arabera ezberdinak izango dira) eta bestetik proba biomedikoak, antropometria, esfortzu proba, odol eta gernu analisiak, proba psikologikoak (POMS test; 17. Irudia) eta ikerketa neurofisiologikoak (Fernández-García eta Terrados, 2004). Beraz, parametro guztia hauek kontuan hartuz eta kirolariaren jarraipen egoki bat eginez, gain-entrenamendu egoera saihestu edo kontrolatu genezake, kirolariaren errendimenduan negatiboki eragin gabe.

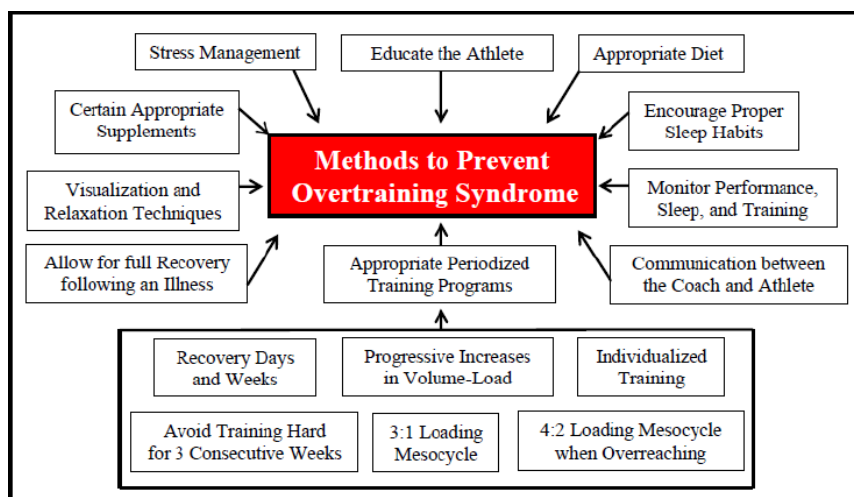


17. Irudia: POMS testa – Profile Of Mood States (Antunes, 2006).

Neke muskularrean eragina duten beste faktore batzuk, elikadura eta hidratazioa dira, hau da, kirolariaren dieta. Dieta egoki baten bitartez bitamina eta mineral egokiak eskuratzeaz gain, glukogenoa bezala erreserbak (oxigenatu daitezkeen substratuak) handitzen dira; hau, karbohidratoak jaten lortu daiteke (Barbany, 2009). Bestalde, hidratazioa ere kontuan eduki behar da, hau, kirola egin baino lehen, bitartean eta ondoren egitea oso garrantzitsua da elektrolitoen oreka egoki mantentzeko (Sawka, 2007). Gainera, substratuek duten garrantziarekin jarraituz, ikerlari batzuek, kafeinak neke muskularren agerpena atzeratzen duela eta jarduera burutzean esfortzuaren pertzepzioa gutxitzen duela frogatu dute (Barceló et al., 2019).

Entrenamendurekin hasi baino lehen burutzen den beroketak eta ondoren egiten diren luzaketak ere eragin handia dute; hauek ondo egin ezker, kirolariak egoera fisiko on batean mantentzeaz gain, flexibilitatea eta elastikotasun hobegoa izango du, mugimendua biomekanikoaren aspektuak hobetuz. Gainera, entrenamendu edo konpetizio baten aurretik egiten diren masajeak ere, neke muskularra saihesteko erabiltzen dira (Barbany, 2009).

Hortaz, atal honekin ondorioztatu daiteke entrenatzaile eta kirolariek hainbat faktore eta parametro hartu behar dituztela kontuan, neke muskular horrek beraien errendimenduan negatiboki eragin ez dezan (18.Irudia).



18. Irudia: Gain-entrenamedua prebenitzeko metodoak (Carter, Potter eta Brooks, 2014).

2.7. Neke muskularra eta erresistentziako kirolak

Dokumentazio hau, giharren fisiologia azaltzetik, neke muskularra zer den, nola eragiten duen, bere agerpenaren arrazoiak zeintzuk diren, zelan prebenitu daitekeen eta bere tratamendua zein den azaltzeraino iritsi da. Informazio hau jaso ondoren, zati honetan neke muskular horrek erresistentziako kiroletan nola eragiten duen eta bere kausak zeintzuk diren azalduko dira.

Hurrengo atalekin hasi baino lehen, erresistentziako kirolak zeintzuk diren eta zertan datzan jakin beharra dago: maratoniak, triatloiak edo gaur egun asko praktikatzen den “spinning” bezalako jarduerak erresistentziako kirol eta jarduerak kontsideratzen dira. Guzti hauek erresistentziako kirolak edo jarduerak izanik, modu eraginkor batean ahalik eta denbora gehiengoa esfortzu bat mantentzea eskatzen digute. Bestalde, horrelako kirolek kirolariaren biriketako eta zirkulazio gaitasuna hobetzeaz gain, gaitasun kardiakoa ere handitzen dute.

2.7.1. Zergatik agertzen da?

Nahiz eta alde zehatzetatik orokorrean neke muskularren kausak zeintzuk diren azaldu, kasu honetan erresistentziako kiroletan neke muskular hori nola identifikatu daitekeen edo kirolaria egoera horretara nola heldu daitekeen azalduko da. Ondoren azalduko diren agerpen arrazoiaren gain, esan bezala, goran aipatutakoak ere kontuan hartu behar dira.

Triatloia erresistentzia kirol bat da eta hiru diziplina (igeriketa, txirrindularitza eta lasterketa) konbinatzen ditu. Kirolariak burutzen duen distantziaren arabera, ordu bat eta 50 minutuz (distantzia olinpikoa) edo 14 orduz (Ironman distantzia) egon daiteke konpetitzen. Distantzia alde batera utziz, ikerketa batzuek diote karbohidratoen agortzea eta hipertermia batek

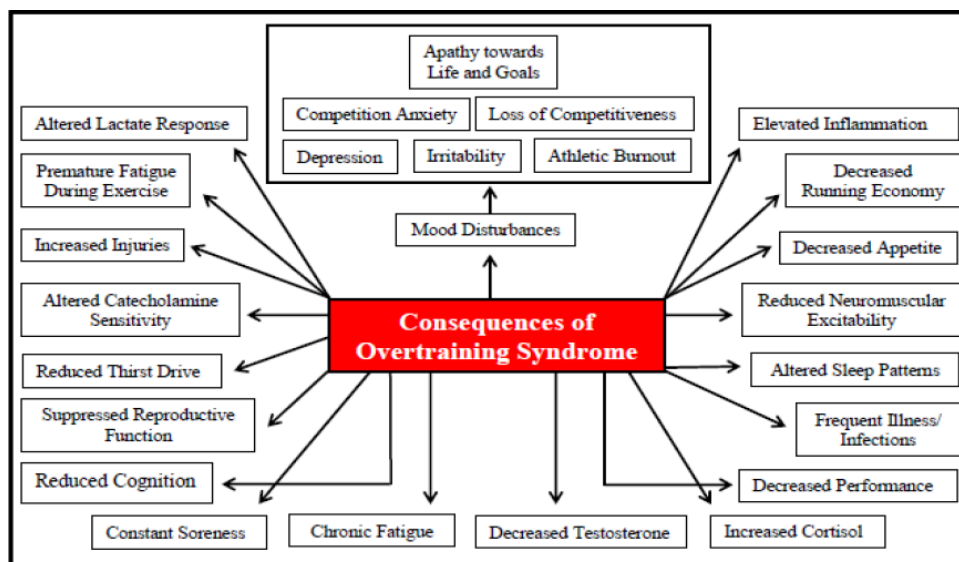
eragindako deshidratazioak edo hipohidratazioak (gorputz oso ur kantitatearen murrizketak) direla kirol honetan nekea sortzen duten kausa probableenak (Jeukendrup, Jentjens, eta Moseley, 2005; Judelson et al., 2007). Beraz, kirolariaren gorputz masaren galera %2a baino handiagoa ez izateko deshidratazio hori kontrolatzeaz gain, karbohidratoen ahorakina kontrolatzea ere garrantzitsua izango da, glukosa nahikoa ez hornitzeak hipogluzemia eragin dezakelako, guzti honek neke muskularra sortuz (Coso et al., 2012).

Coso eta lankideek (2012) burututako ikerketan, odol analisisien bitartez min muskularraren markatzaile batzuk ere ikus daitezke frogatu zuten. Ikerketa horretan lasterketa bat (1,9 km igerian, 75 km txirrinduan eta 21,1 km korri) burutu ondoren mioglobina eta kreatina kinasa substantziak erreparatu ziren. Substantzia hauen kontzentrazioa nabarmenki handitu zirenez, ikerlariak ondorioztatu zuten bi substantzia hauek min muskularraren markatzaile gisa identifikatu daitezkeela, hau da, kirolari batek min muskularra izaten baldin badu bi substantzia hauek odolean izango duten presentzia handia izango dea.

2.7.2. Nola eragiten du errendimenduan?

Atal honetan, neke muskular horrek kirolarien errendimenduan nola eragiten duen azalduko da, baita ere konkretuki erresistentziako kirolak praktikatzen dituzten kirolariengan zer nolako eragina duen. Horretarako, denboran zehar burutu diren hainbat ikerketa aztertuko dira.

Gai honekin hasteko, lehenik eta behin egoera honek orokorrean kirolariengan ekartzen dituen ondorioak azalduko dira. Orokorrean ondorioztatu da, gain-entrenamenduak prozesamendu psikologikoaren, errendimendu fisiologikoaren, markatzaile biokimikoen eta funtzio immunologikoaren alterazioarekin lotura duela. Hauek, kirolariarengan hainbat ondorio ekar ditzake (*19. Irudia*): kortisol kontzentrazio handitzea, gosea eta egarria murriztea, ariketetan arinago nekatzea, informazio-kopuru handiak prozesatzeko gaitasuna edo kognizioa gaitasuna murriztea, etengabeko mina edukitzea, neke kronikoa, errendimendua gutxitzea, lehiatzeko desioa galtzea, ohiko gaixotasunak edo infekzioak, lo patroia aldatzea, testosterona gutxitzea, eta lesionatzeko probabilitatea areagotzea, besteak beste. Gain-entrenamenduaren larritasunaren arabera, errendimenduaren murrizketak eta sintoma hauek hainbat aste, hilabete eta urte iraun dezakete (Carter, Potter eta Brooks, 2014).



19. Irudia: Gain-entrenamenduaren eraginak (Carter, Potter eta Brooks, 2014).

Gai hau ez da soilik gaur egun aztertu, orain dela urte batzuk ere Randy Eichner (1995) bezalako ikerlariak honen inguruko lanak burutu zituzten. Ikerlari honek, gain-entrenamenduak estres hormona ezberdinen kontzentrazioan eragiteaz gain, kirolariaren jarreraren, portaeraren edo gogo-aldartean ere eragiten zuela frogatu zuen, kirolariarengan depresio eta antsietatea bezalako egoerak sortuz. Bestalde egiaztatu da, entrenamenduen intentsitatea handitzen doan heinean egoera hauek ere ugaritu egiten direla, kirolariari modu negatibo batean eraginez.

Neke muskularra ez da berdina izaten kirol guztietan, hau da, kirolaren arabera eta burutzen dugun ekintza horretan erabiltzen ditugun gihar moten arabera, neke muskularren maila eta kokapena desberdina izango da. Jarraian, erresistentziako kirolean zer gertatzen den azalduko da, baita zeintzuk diren gihar kaltetuenak.

Hainbat ikerlarik, erresistentzietako kirolean hainbatetan ematen den neke mentalaren inguruko hausnarketa bat burutu zuten. Hauek, honako hau ondorioztatu zuten: ikuspuntu psikologiko batetik, buruko nekeak bi osagai ezberdin dituela; alde batetik, kirolariak jarduera burutzeko behar duen bultzadan eragin dezakela, zeregin jakin baterako beharrezkoa den hautemandako ahalegina handituz (“ezin dut hau egin, nekatua nago”) eta bestetik, lortu dezaken sariaren balioa gutxitzen (“ez dut hau egin nahi, ez du merezi”). Horrez gain, neke mota honek, garuneko inhibizio zentroak aktiba ditzake, zeregin jakin baterako hautemandako esfortzua areagotuz eta kirolariak jarduera hori burutzeko behar duen bultzada eta borondatea gutxituz. Bestalde, garuneko zentro bideratzaileak ere desaktiba ditzake (portaera motibatzaile baten eta sari baterako bultzada handiago baten arduradunak dira), horrek ere bultzada

txikiagotuz. Beraz, Schiphof-Godart, Roelands, eta Hettingak (2018), neke mentalak erresistentziako errendimendua eragina izan dezakela frogatu zuten, atletengan jarduera fisikoa egiteko inpultsua murrizten zuelako. Beraien helburua, neke mentalak bi mekanismo nagusien bidez, erresistentziako errendimenduan nola eragiten duen aztertzea izan zen: hautemandako esfortzua eta lortutako saria. Analisi horrekin, hainbat faktorek (hautemandako esfortzua eta motibazioa) kirolariaren jarreran (adibidez eraman behar duen erritmoan) eta errendimendua eragina zutela ondorioztatu zuten.

Bihotz maiztasunaren aldakortasuna (HVR) beste parametro interesgarri bat da. Aldez aurretik frogatua dago kirolari baten HVR-a gero eta handiagoa baldin bada, bere egoera fisikoa hobetua dela. Beste ikerlari batzuek burututako ikerketaren helburua, neke egoeran edo nekerik gabeko egoeran dauden kirolari ezberdinen (eskiazaile nordikoen) bihotz maiztasunaren aldakortasuna konparatzea izan zen, hau da, neke muskularrak bihotz maiztasunaren aldakortasunean eraginik duen edo ez jakitea. Ikerketa egin ondoren, ondorioztatu zuten nola neke egoeran zeuden kirolarien HRV-a, neke egoeran ez zeudenena baino txikiago zela; beraz, kirolari batek neke muskularra baldin badu bere HVR-a txikiagoa denez, bere egoera fisikoa ere baxuagoa izango da (Schmitt, Regnard, Desmarets, Mauny, Mourot, Fouillot, Coulmy eta Millet, 2013).

Beste ikerlari batzuek erresistentziako kirolarietan intentsitatea altuko jarduerak eta gain entrenamenduaren sindromeak kirolariaren errendimenduan eragiten duten hainbat gertaerekin lotu dituzte: alde batetik, infekzio tasa handitzearekin, bestetik, immune sistema hondatzearekin eta azkenik, goiko arnas traktuko infekzioen tasa handitzearekin (Meeusen et al., 2013; Mackinnon, 2000).

Neke muskularraren kokapenari dagokionez, ikerlari batzuek Half-Iron triatloiko distantzia batean parte hartu zuten kirolariei nekeak nola eragiten dien aztertu zuten. Hauek, lasterketa ondoren hanketako giharrek indarra produzitzeko zuten gaitasuna murriztu zela frogatu zuten, besoetako giharrekin indarra sortzeko gaitasunean eraginik ez zuen bitartean. Beraz, ikerketaren ondorio bezala, horrelako lasterketa bat burutu eta gero hanketako giharren nekea, besoetako giharrena baino handiago dela frogatu zuten (Coso et al., 2012).

Nahiz eta triatloia bezalako lasterketetan hanketako neke muskularra besoetakoa baino nabarmenagoa izan, hanketako gihar guztiek ez dute neke maila berdina izaten. Hau frogatzeko, hainbat artikulu publikatu dira dagoeneko.

Tentsiomiografia (TMG) muskuluen balorazio modu ez inbaditzaile batean egiteko metodo bat da eta nahiz eta 90ko hamarkadan medikuntza arlorako asmatu, gaur egun kirol eremuan ere erabiltzen da, teknika fidagarri eta erabiltzeko nahiko erraza delako. García-Mansok et lankideek (2011) ikerketa batean metodo hau erabili zuten ultra erresistentziako triatloi bat burutu (2009ko Lanzaroteko Ironmanean) eta jarraian, konkretuki bi hantetako aurreko zuzena eta biceps femorala giharren egoera baloratzeko. Honako balore hauek neurtu zituzten:

- Desplazamendu erradial maximoa (DM): datu honekin, giharraren zurruntasuna nolako den jakin daiteke. Balio baxua baldin bada, muskulu masa eta zurruntasuna handia izango da, baina altua izan ezker, muskulu masaren eza edo neke muskularra dagoela adierazten dute.
- Atzerapen denbora (Td): erreakzio denbora edo aktibazio denbora bezala ezagutzen da. Balio honek, estimulazioaren ondoren mugimendu osoaren %10era iristeko behar duen denbora adierazten du.
- Kontrakzio denbora (Tc): datu hau erreakzio denboraren amaieratik, deformazio maximoaren %90era arte neurtzen da.
- Mantentze edo eusteko denbora (Ts): uzkurduraren iraupen teoriko da.
- Erlaxazio denbora (Tr): balio honek pertsonaren neke maila nolako den azalarazten du. Balio hau, atsedendian edukitzen duen maila baino handiago baldin bada, horrek nekea dagoela adierazten du.

Aztertutako bi giharren neke maila ezberdina izan zen, bakoitzaren funtzio ezberdina delako: biceps femoralak aldakaren estentsioa eta belaunaren flexio burutzen du eta aurreko zuzenak aldiz, aldakaren flexioa eta belaunaren estentsioa (triatloiko korrikako zatian garrantzi gehiago duena). Belaunaren flexio-estentsioak biceps femoralean nekea eragiten duela ondorioztatu zuten, lasterketa buru ondoren kontrakzio denbora, erlaxazio denbora eta mantentze denbora handitu egin zirelako, eta atzerapen denbora eta zurruntasuna gutxituz, hau da, DMaren balio handituz. Aurreko zuzenari dagokionez, ez zuten desberdintasun handirik aurkitu, soilik atzerapen denbora murriztu zela; honen arrazoia, gihar honek txirindularitzan lasterketan baino funtzio nagusiago duelako izan daiteke. Beraz, laburbilduz, ultra erresistentziako triatloi baten ondoren muskuluak duen uzkurteko ahalmenaren galera ekar dezake, eta hau giharren uzkurketa gaitasunaren alterazioen eta erantzun neuromuskularraren aldaketan bidez ikus daiteke.

Ultra erresistentziako lasterketekin jarraituz, 2000. urtean beste ikerketa bat burutu zuten: 14 triatletek Ironman erdiko lasterketako batean parte hartu zuten eta 4 aste pasa ondoren

horietako 10ek Ironman distantzian. Atleta guztiak lasterketa burutu ondoren eta 48 orduara ekokardiografiaren bitartez analizatu zituzten, beraien disfuntzio kardiakoa baloratzeko. Emaidza ekokardiografikoek bi distantzietako lasterketak burutu ondoren, ezkerreko disfuntzio bentrrikular diastolikoa eta sistolikoa zegoela adierazi zuten, bentrrikulu horren erlaxazioan eta uzkurketan eraginez. Baina 48 orduko errekupeazioaren ondoren, balore ekokardiografiko guztiak atsedeneko balioen antzekoak izan ziren, bihotzeko funtzionamendu egokia berreskuratuz. Beraz, emaitza horiek interpretatu eta gero, ikertzaileek ondorioztatu zuten horrelako ultra erresistentziako lasterketek bihotzaren funtzionamendu ez normala eragiten zuela, nahiz eta 48 orduko errekupeazioaren ondoren berriz ere gihar horren funtzionamendu egoki bat lortu (Whyte et al., 2000).

Beraz, laburbilduz, neke muskularrak edo hobe esanda, kirolari bat gain-entrenamendu egoeran egoteak, bere errendimenduan modu negatibo batean eragingo dio. Hortaz, oso garrantzitsua izango da entrenatzaile eta batez ere kirolariak egoera hori saihestea, tratamendurik hoberena aldeztatik prebenitzea baita.

3. Ondorioak

Dokumentazio honen azken atal honetan, aldez aurretik burututakoaren hausnarketa eta azterketa kritiko bat azaltzen da, lanaren inguruko ideia nagusiak jasoz.

Hasteko, argi eta garbi utzi behar da maila bateko neke muskularra beharrezkoa dela kirolariaren errendimendua hobetzeko. Egunak aurrera doazen heinean bere entrenamenduen intentsitatea modu egoki eta progresibo batean (hau kontrolatzea zaila da) handitzen joan behako da eta kirolariak saio horrekiko adaptazio batzuk lortuko ditu, neke muskular baten ondorioz. Horrela superkompentsazio bat lortuko du eta bere errendimendua handitzen joango da.

Aldez aurretik ikusi dugun bezala, kirolariak neke muskularra duen edo ez jakiteko metodo ugari daude, baina edonork erabili ditzazke? Eta, guztiz baliagarriak eta fidagarriak izateaz gain, kirolariak gustura ahal daude metodo horiek erabiltzean? Normalean, metodo hauek burutzeko dirua eduki behar da, hau da, gastu ekonomiko bat dakar. Kirol psikomotorretan, kirolariaren maila ekonomikoaren menpe egongo da odol analisiak eta bestelako froga inbaditzaileak burutzea, baina talde kiroletan kirolari asko direnez, bakoitzaren errendimenduaren urteko monitorizazio bat burutzeko, talde gutxik izango du posibilitatea urtean zehar horrelako metodoak erabiltzeko. Bestalde, metodo inbaditzaile hauez gain, neke muskular hori kontrolatzeko erabiltzen diren eskala subjektiboak kirolarientzat nekagarriak izan daitezke, burutzen hari garen ebaluazioan eta kirolariaren jarreran eraginez. Nire uste apalean, arazo honen irtenbide bat, profesional mailan ez dauden kirolariei eskala subjektiboak eta analisi ezberdinak denboraldiko momentu puntualetan egitea izan daiteke, diru gutxiago gastatzeko eta kirolariengan gutxiago eragiteko.

Hala ere, faktore fisiologiko, mekaniko eta nutritiboak baloratzen dituzten metodoez gain, aldez aurretik jasotako informazio kontuan hartuta ondorioztatu daiteke faktore psikologikoek ere garrantzia dutela, azken finean metodo horrekin entrenatzaileak kirolariaren inguruko informazio asko lortzen baitu. Arlo psikologikoetan saioa nola joan den galdetzeaz gain, hau da, ea mentalki beste entrenamendu batzuk baino hobeto edo txarrago eraman duen aztertzeaz gain, bere ingurugiroa nolako den galdetzean ere informazio asko lortu daiteke, adibidez, bere familiarekin, bikotekidearekin eta lagunekin duen harremana (eztabaidak, haserreak...) nolakoa den galdetuz, honek bere gogo aldardean eragina baitu, ondoren errendimenduan eraginez.

Neke muskularrak gizakiengan duen eragin negatiboak ikusita, kirolaria egoera horretara ez heltzen saiatu behar da. Kirolariak nutrizioa eta hidratazio kontrolatzeaz gain, niri ustetan, entrenatzaile eta bere arteko harremana jarraia eta egokia (batez ere, konfiantzazkoa) izatea beharrezkoa da, horrek kirolariaren errendimenduan lagunduko duelako. Gainera, entrenatzaileak kirolariaren errendimenduan pisu handia duela ondorioztatu dezakegu, kirolariak neke muskularra ez edukitzeko faktore garrantzitsuenetariko bat saioen planifikazio eta metodologia egoki bat egitea baita, hau da, entrenamendu edo konpetizio eta errekupeazioaren arteko oreka bat mantentzea.

Amaitzeko, interpretazio ildo bera jarraituz, esan daiteke neke muskular horrek pertsonak burutzen duen kirolaren arabera, hobe esanda, kirolariak burutzen dituen mugimenduen arabera, modu batera edo bestera eragingo diola, nekea leku eta gihar ezberdinei eraginez. Esate baterako, maratoi eta triatloietan bezalako lasterketetan ikusi da hanketako nekea besoetako baino handiago dela (beheko gorputz adarrak, goikoak baino paper garrantzitsua betetzen baitu), baina arrauna bezalako kirolean nekeak gorputz osoan berdin eragin dezakela esan daiteke, burutzen den mugimenduren patroian goiko zein beheko gorputz adarrek paper antzekoa betetzen dutelako. Hortaz, ondorioztatu genezake, nekea baloratzean kontuan hartu behar dela aztertzen hari garen kirolari horrek zer nolako ekintzak burutzen dituen.

4. Erreferentzia bibliografikoak

- AFM, eta ASEM. (2003). "El Músculo". *ASEM (Federación Española de Enfermedades Neuromusculares)*, 1–10. Eskuragarri hemen: <https://www.asem-esp.org/base-de-datos/el-musculo-esqueletico/>
- Allen, D. G., eta Westerblad, H. (2001). "Role of phosphate and calcium stores in muscle fatigue". *Journal of Physiology*, 536(3), 657–665. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.t01-1-00657.x>
- Antón, J. (2010). "Fisiología del ejercicio", *Fisiocodex [On-line]*. Eskuragarri hemen: <http://fisiocodex.blogspot.com/> [Kontsulta eguna: 2019/12/30]
- Antunes, H. K. M., Andersen, M. L., Tufik, S., eta De Mello, M. T. (2006). "Physical stress and physical exercise dependence". *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 12(5), 210–214. Eskuragarri hemen: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922006000500002&script=sci_arttext&tlng=en
- Barbany, J. R. (2009). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento* (2 ed.). Badalona: Paidotribo.
- Barceló Cormano, E., Blasco Redondo, R., Blanco Rogel, M., eta Bach-Faig, A. (2019). "Efecto de la cafeína como ayuda ergogénica para evitar y prevenir la fatiga muscular". *Archivos de Medicina Del Deporte*, 36(6), 368–375. Eskuragarri hemen: http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev01_barcelo.pdf
- Barron, J. L., Noakes, T. D., Levy, W., Smith, C., eta Millar, R. P. (1985). "Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes". *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 60(4), 803–806. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1210/jcem-60-4-803>
- Bioactive Collagen Peptides. (2018). "Structure of skeletal muscles". Eskuragarri hemen: <https://bioactive-collagen-peptides.com/effects-muscles/> [Kontsulta eguna: 2020/03/27]
- Borg, G. A. V. (1982). "Psychophysical bases of perceived exertion". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 377–381. Eskuragarri hemen: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7154893-psychophysical-bases-of-perceived-exertion/>

- Carter, J., Potter, A., eta Brooks, K. (2014). "Overtraining Syndrome : Causes, Consequences, and Methods for Prevention". *Journal of Sport and Human Performance*, 2(1), 1–14. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.12922/jshp.0031.2014>
- Climen Haro, S. (2016). "La inmersión en agua como método de recuperación", (Gradu amaierako lana). Miguel Hernández Unibertsitatea. Elche. Eskuragarri hemen: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3143/1/TFG%20Climent%20Haro%2C%20Salva%20dor.pdf>
- Cordova, A., eta Álvarez de Mon, M. (2001). *Inmunidad en el deporte*. Madril: Gymnos.
- Coso, J. Del, González-Millán, C., Salinero, J. J., Abián-Vicén, J., Soriano, L., Garde, S., eta Pérez-González, B. (2012). "Muscle damage and its relationship with muscle fatigue during a Half-iron Triathlon". *PLoS ONE*, 7(8), 1–7. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043280>
- Costa Buitrago, G. (1995). "Contracción del músculo esquelético". *Fisiología veterinaria* (1 ed.) 41–53. Eskuragarri hemen: http://bibliotecavirtual.ranf.com/i18n/catalogo_imagenes/imagen.cmd?path=4024778&posicion=4
- Diéguez Cid, A. (2018). "Método de recuperación de la fatiga deportiva", (Gradu amaierako lana) Francisco de Vitoria Unibertsitatea. Madril. Eskuragarri hemen: <http://ddfv.ufv.es/bitstream/handle/10641/1492/ALFONSO%20DIEGUEZ%20CID.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Eichner, E. R. (1995). "Overtraining: Consequences and prevention". *Journal of Sports Sciences*, 13(1), 41–48. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1080/02640419508732276>
- Enoka, R. M., eta Duchateau, J. (2008). "Muscle fatigue: What, why and how it influences muscle function". *Journal of Physiology*, 586(1), 11–23. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.139477>
- Facultad de medicina, Universidad de Chile. "Enfrentamiento del dolor en urgencias". Eskuragarri hemen: <http://sintesis.med.uchile.cl/index.php/en/component/content/article/101-manual-de-urgencias/1881-enfretamiento-del-dolor-en-urgencias> [Kontsulta eguna: 2020/03/09]

- Faiz Waqar, K. (2014). "Visuel Analog Skala, VAS". *Journal Nor Legeforen*, 134: 323(3).
Eskuragarri hemen: <https://tidsskriftet.no/2014/02/sprakspalten/vas-visuell-analog-skala>
- Fernández-García, B., eta Terrados Cepeda, N. (2004). *La Fatiga del Deportista*. Madrid: Gymnos.
- García-Manso, J. M., Rodríguez-Ruiz, D., Rodríguez-Matoso, D., De Yves, S., Sarmiento, S., eta Quiroga, M. (2011). "Assessment of muscle fatigue after an ultra-endurance triathlon using tensiomyography (TMG)". *Journal of Sports Sciences*, 29(6), 619–625. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.548822>
- Gómez-Campos, R., Cossio-Bolaños, M. A., Brousett Minaya, M., eta Fogaca-Hochmuller, R. T. (2010). "The mechanisms involved in acute fatigue". *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Fisica y Del Deporte*, 10(40), 537–555. Eskuragarri hemen: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista40/artmecanismo171.htm>
- Grant, S., Aitchison, T., Henderson, E., Christie, J., Zare, S., McMurray, J., eta Dargie, H. (1999). "A comparison of the reproducibility and the sensitivity to change of visual analogue scales, Borg scales, and likert scales in normal subjects during submaximal exercise". *Chest*, 116(5), 1208–1217. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1378/chest.116.5.1208>
- Guyton, A. C. eta Hall, J. E. (2006). *Tratado de fisiología médica* (11 ed.). Bertzelona: Elsevier.
- Halson, S.L. (2013). "Técnicas De Recuperación Para Atletas". *Sports Science Exchange*, 26(120), 1–6. Eskuragarri hemen: https://secure.footprint.net/gatorade/stg/gssiweb/pdf/es/120_Shona_Halson.pdf
- Hamilton, A. L., Killian, K. J., Summers, E., eta Jones, N. L. (1996). "Quantification of intensity of sensations during muscular work by normal subjects". *Journal of Applied Physiology*, 81(3), 1156–1161. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.81.3.1156>
- Ivy, J. L., eta Ferguson, L. M. (2010). "Optimización de las Adaptaciones al Entrenamiento con Sobrecarga a través del Momento Elegido para la Suplementación Post-Ejercicio con Carbohidratos y Proteínas". *PubliCE*, 0. Eskuragarri hemen: <https://g-se.com/optimizacion-de-las-adaptaciones-al-entrenamiento-con-sobrecarga-a-traves-del-momento-elegido-para-la-suplementacion-post-ejercicio-con-carbohidratos-y-proteinas-1276-sa-H57cfb271e1b24>

- Jeukendrup, A. E., Jentjens, R. L. P. G., eta Moseley, L. (2005). "Nutritional considerations in triathlon". *Sports Medicine*, 35(2), 163–181. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.2165/00007256-200535020-00005>
- Judelson, D. A., Maresh, C. M., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Kraemer, W. J., eta Volek, J. S. (2007). "Hydration and muscular performance: Does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance?" *Sports Medicine*, 37(10), 907–921. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.2165/00007256-200737100-00006>
- Junquera, M. (2013). "¿De qué está formado el músculo?". *Fisioonline [On-line]*. Eskuragarri hemen: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/de-que-esta-formado-el-musculo> [Kontsulta eguna: 2020/03/27]
- Kenttä, G., eta Hassmén, P. (1998). "Overtraining and Recovery". *Sports Medicine*, 26(1), 1–16. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>
- Lorist, M. M., Kernell, D., Meijman, T. F., eta Zijdewind, I. (2002). "Motor fatigue and cognitive task performance in humans". *Journal of Physiology*, 545(1), 313–319. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.027938>
- Macdonald, G. Z., Button, D. C., Drinkwater, E. J., eta Behm, D. G. (2013). "Foam rolling as a recovery tool after an intense bout of physical activity". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(1), 131–142. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a123db>
- Mackinnon, L. T. (2000). "Overtraining effects on immunity and performance in athletes". *Immunology and Cell Biology*, 78(5), 502–509. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1111/j.1440-1711.2000.t01-7-x>
- Marieb, E. N. (2015). "Muscles and Muscles Tissue". *Slideplayes [On-line]*. Eskuragarri hemen: <https://slideplayer.com/slide/7639819/> [Kontsulta eguna: 2020/03/27]
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., eta Urhausen, A. (2013). "Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the european college of sport science and the American College of Sports Medicine". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), 186–205. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>

- Mendez, J. F. (2019). "Exitación del músculo esquelético: transmisión neuromuscular y acoplamiento excitación-contracción". Eskuragarri hemen: <https://juanfemendezcom.wordpress.com/2019/02/23/capitulo-7-excitacion-del-musculo-esqueletico-transmision-neuromuscular-y-acoplamiento-excitacion-contraccion/> [Kontsulta eguna: 2019/12/30]
- Morfología del músculo esquelético. (n.d.). Eskuragarri hemen: http://www.facmed.unam.mx/Libro-NeuroFisio/10-Sistema_Motor/10a-Movimiento/Textos/MuscAnatomia.html [Kontsulta eguna: 2019/12/30]
- Murthy, G., Hargens, A. R., Lehman, S., eta Rempel, D. M. (2001). "Ischemia causes muscle fatigue". *Journal of Orthopaedic Research*, 19(3), 436–440. Eskuragarri hemen: [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(00\)90019-6](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(00)90019-6)
- OpenStax. (2012). "Muscle contraction and locomotion". Eskuragarri hemen: https://cnx.org/contents/GFy_h8cu@10.8:t8m3ArRs@5/Muscle-Contraction-and-Loocomotion [Kontsulta eguna: 2020/03/27]
- Patton, K. T., eta Thibodeau, G. A. (2017). *Estructura y función del cuerpo humano* (15 ed.). Bartzelona: Elsevier.
- Peinado, A. B., Rojo-tirado, M. A., eta Benito, P. J. (2013). "El azúcar y el ejercicio físico: su importancia en los deportistas". *Nutrición Hospitalaria*, 28(4), 48–56. Eskuragarri hemen: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001000006#top
- Pérez-Guisado, J. (2008). "Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consumo protéico". *Apunts: Medicina de l'esport*, 43 (159), 142–152. Eskuragarri hemen: [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(08\)70090-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1886-6581(08)70090-2)
- Quinchanegua, J. E. M. (2017). "La Fatiga, Tipos Causas Y Efectos". *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 3(2), 87–95. Eskuragarri hemen: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/376>
- Roberts, A. (2013). *El gran libro del cuerpo humano: La guía visual definitiva* (2 ed.). Londres: Dorling Kindersley Limited.
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., eta Stachenfeld, N. S. (2007). "Exercise and fluid replacement". *Medicine and Science in Sports and*

Exercise, 39(2), 377–390. Eskuragarri hemen:
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>

Schiphof-Godart, L., Roelands, B., eta Hettinga, F. J. (2018). “Drive in sports: How mental fatigue affects endurance performance”. *Frontiers in Psychology*, 9(1383), 1–7. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01383>

Schmitt, L., Regnard, J., Desmarests, M., Mauny, F., Mourot, L., Fouillot, J. P., Coulmy, N., Millet, G. (2013). “Fatigue Shifts and Scatters Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes”. *PLoS ONE*, 8(8). Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071588>

Snyder, A. C., Kuipers, H., Cheng, B., Servais, R., eta Fransen, E. (1995). “Overtraining following intensified training with normal muscle glycogen”. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(7), 1063–1070. Eskuragarri hemen: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7564974>

Staron, R. S., Herman, J. R., eta Schuenke, M. D. (2012). “Misclassification of hybrid fast fibers in resistance trained human skeletal muscle using histochemical and immunohistochemical methods”. *Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2616–2622. Eskuragarri hemen: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/10000/Misclassification_of_Hybrid_Fast_Fibers_in.2.aspx

Terrados Cepeda, N., eta Calleja González, J. (2010). “Recuperación post-competición del deportista”. *Archivos de Medicina Del Deporte: Revista de La Federación Española de Medicina Del Deporte y de La Confederación Iberoamericana de Medicina Del Deporte*, 27(138), 281–290. Eskuragarri hemen: http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Revision_Recuperacion_281_138.pdf

Urdampilleta, A., Armentia, I., Gómez-Zorita, S., Martínez-Sanz, J. M., eta Mielgo-Ayuso, J. (2015). “La fatiga muscular en los deportistas: Métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla”. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 32(1), 36–43. Eskuragarri hemen: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5299973>

Versey, N. G., Halson, S. L., eta Dawson, B. T. (2013). “Water immersion recovery for athletes: Effect on exercise performance and practical recommendations”. *Sports Medicine*, 43(11), 1101–1130. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0063-8>

- Wan, J. J., Qin, Z., Wang, P. Y., Sun, Y., eta Liu, X. (2017). "Muscle fatigue: General understanding and treatment". *Experimental and Molecular Medicine*, 49(10), 384–394. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1038/emm.2017.194>
- Webb, R. C. (2003). "Smooth muscle contraction and relaxation". *American Journal of Physiology - Advances in Physiology Education*, 27(1–4), 201–206. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1152/advan.00025.2003>
- Whyte, G. P., George, K., Sharma, S., Lumley, S., Gates, P., Prasad, K., eta McKenna, W. J. (2000). "Cardiac fatigue following prolonged endurance exercise of differing distances". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1067–1072. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1097/00005768-200006000-00005>
- Williams, N. (2017). "The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale". *Occupational Medicine*, 67(5), 404–405. Eskuragarri hemen: <https://doi.org/10.1093/occmed/kqx063>
- Wilmore, J. H. eta Costill, D. L. (2016). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (3 ed.). Bartzelona: Paidotribo.
- Wilson, J., Loenneke, J., Jo, E., Wilson, G., Zourdos, M., eta Kim, J.S. (2012). "The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting". *Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1724–1729. Eskuragarri hemen: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/06000/The_Effects_of_Endurance,_Strength,_and_Power.37.aspx