

GRADU AMAIERAKO LANA

2017/2018

ORKATILAREN EGITURAKETAREN ERAGINA EGONKORTASUNEAN

MIKEL ERRASTI ERDOZIA



JARDUERA FISIKOAREN ETA
KIROLAREN ZIENTZIETAKO
GRADUA

TUTOREA: JESUS CAMARA

AURKIBIDEA:

❖ SARRERA -----	4
❖ ESTABILITATEA-----	4
❖ ORAKTILAKO BIHURRITUA-----	8
❖ BIHURRITUAREN GRADUAK-----	10
❖ ORKATILAKO ARTIKULAZIOAREN EGITURA-----	11
• HEZUR GARRANTZITSUENAK-----	11
• LOTAILUAK-----	14
◆ KOLATERAL MEDIALAK-----	14
◆ KOLATERAL LATERALAK-----	15
◆ SUBTALARRA-----	17
◆ ARTIKULAZIO ASTRAGALOBIKULARRA-----	17
❖ JUSTIFIKAZIOA-----	18
❖ ORKATILAREN BIHURRITUAN ERAGITEN DUTEN FAKTOREAK-----	19
• AURRERAGOKO LESIOAK-----	20
• SEXUA-----	21
• ALTUERA ETA PISUA-----	21
• OIN DOMINANTEA-----	22
• OINAREN FORMA ETA TAMAINA ANATOMIKOA-----	23
• LIGAMENTUEN LAXITUDEA-----	23
• MUSKULUEN INDARRA-----	26
• MUSKULUEN ERREAKZIO ABIADURA-----	27
• POSTURAREN ERAGINA-----	27
❖ BIHURRITU KASU BATEN ANALISIA-----	28
• ANALISI BIOMEKANIKOA-----	29
• NEURKETAREN BALIDAZIOA-----	30

• KONPARAZIO MEKANIKOA-----	30
• ABIADURA ANGELUARRA-----	35
• DISKUZIOA ETA ONDORIOAK-----	37
❖ BESTE BIHURRITU KASU BATEN ANALISIA-----	39
• ORKATILAREN MEKANIKAREN KONPARAZIOA AURREKO IKERKETAREKIKO-----	40
• GORPUTZEKO ATALEN MUGIMENDUA-----	41
• ELEKTROMIOGRAMAREN DATUAK-----	43
• DISKUZIOA ETA ONDORIOAK-----	44
❖ BIBLIOGRAFIA-----	45

SARRERA:

Argi dago orkatila gure gorputzeko estabilitatea mantentzeko atal garrantzitsuenetarikoa dela, eta lan honetan oreka galtze horren zergatiak bilatzen ahaleginduko naiz. Lehenengo puntua, oreka galtze horren kausa identifikatzea izango zen, ikerketa honen muina bilatzeko. Orduan, kirol munduan lesio ohikoenen artean finkatuta dagoen orkatilako bihurritua etortzen zait gogora. Izan ere, orkatilako bihurrituak era eta maila guztietako kiroletan duen oihartzuna oso handia da. Hortaz, kirolaren sail horren barruan lesioek hartzen duten garrantzia ikusirik, oso erakargarria iruditzen zait gai hau lantzea eta garatzea. Hala nola, badakigu nolabait orkatilako bihurritua jasandakoan nola jardun behar dugun hura ahalik eta hoberen sendatzeko, baina ez dakigu maila berean lesio horren jatorria ordea. Hutsune hori ikusita, orkatilako estabilitatean eragiten duten mekanismo edo faktoreen errebisio bibliografiko bat gauzatzea interesgarria iruditu zait, oreka prozesu horren kinematikaren eta kinetikaren azterketaz denok argi ikus dezakegun lesioaren jatorria, estabilitate eta oreka terminoak argituz, faktore intrintsekoen garrantzia aipatuz eta anatomiaren berri emanaz.

Lan honen ulermena eta kalitatea hobetzeko, azaldutako kontzeptuak beraien artean lotzen saiatu naiz, azkenik ondorio nagusi batzuetara heltzeko.

ESTABILITATEA:

Orkatilaren egiturak estabilitatean nola eragiten duen aztertzen hasteko, lehenik estabilitate kontzeptua argitu eta sakondu behar dugu. Honen harira, ez dugu estabilitatea oreka terminoarekin nahastu behar, izan ere, erlazio estua dute biek beraien artean, baina kontzeptu desberdinak dira.

Estabilitatea, oreka mantentzeko gorputzak duen kapazitateari dagokio, hau da, oreka galtzea saihesteko gorputzak duen ahalmena. Hori neurtzeko, tarte zabala dago, estabilitatea kontzeptu erlatibo bat baita, oso egonkorretik oso ezegonkorrera. (Juliana Uribe, 2015)

Oreka, aldiz, ikuspuntu fisikotik ikusita, gorputz batean eragiten duten indarrekin erlazionatuta dago. Eta indar horien batuketa, bai mugimenduan bai posizio estatikoan eta baita ere errotazioan, 0 izan behar da oreka bat existitzeko:

$$\sum_{i=1}^n F_i = 0$$

Behin terminoak argituta, ze aldagaik eragiten duten kontzeptu hauetan azalduko dugu. Bi aldagarrien erlazioa analizatu behar da horretarako. Lehenengo aldagarria sustentazio basea da, hau da, gure bermeen artean dagoen azalera. Area hori kalkulatzeko orduan, alde distaletatik neurtu beharra dago, hau da, hankak guztiz bermatuta baditugu, 5. metatartsoetatik neurtu beharko litzateke azalera. Eta bermeak aldatuz gero sustentazio basearen aldaketa egongo litzateke. (Juliana Uribe, 2015)

Bigarren aldagarria grabitate zentroarekin lotuta dago. Laburki azalduta, gorputza plano frontal eta sagitalean banatuta, grabitate zentroko pisuaren bektorea nora desplazatzen zen ikusi beharko litzateke.

Aldeen artean aldaketak izanez gero, grabitate zentroko pisuaren beheranzko bektorea plano bien erdialdean ez dagoela esan nahiko du. Orduan, posizio horretan subjektuak daukan sustentazio basea aztertu beharko dugu. Izan ere, hau gailentzen badu eta eremu horretatik irteten bada desoreka bat existitzen dela esan ahalko baikenuke. (Juliana Uribe, 2015)

Energia potentzialak ere bere eragina dauka estabilitatean, izan ere, posizio estatikoetan mantentzerako orduan kontutan hartu behar da faktore honen eragina.

Energia potentzialaren formula:

$$E_p = mgh$$

. (m, masa; g, grabitatea; h, grabitate zentroaren altuera).

(Juliana Uribe, 2015)

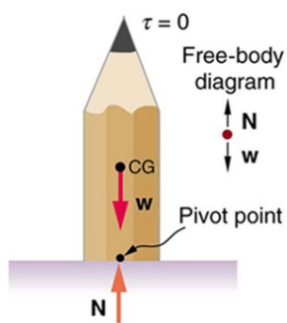
Masa eta grabitatea konstanteak direnez, ondorioztatu daiteke energia potentziala grabitate zentroaren altueraren arabera dela (h). Eta altuera hori iraunkor mantentzeko arazoak izanez gero, adibidez *Lowa Brace Test*-eko "T" deituriko posizioan, oso erresa da pixka bat kulunkatzea eta desoreka bat sortzea.



Lowa Brace Test posizioa .*SquashSkills*, (2015)

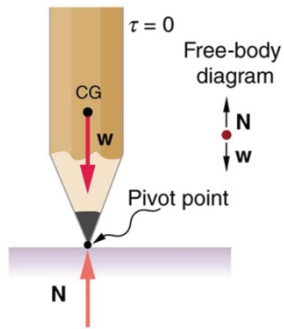
Horretan zentratuz, gai hau sakontzen jarraituko dugu oreka motak azaltzen, 3 oreka mota bereiztuz: egonkorra, ezegonkorra eta neutroa.

Oreka egonkorra izateko, energia potentzial gutxi izan behar du, eta oreka posiziotik mugitzean desplazamenduaren kontrako norabidean indar bat (torke) egon beharko da estabilitate hori lortzeko. (Juliana Uribe, 2015)



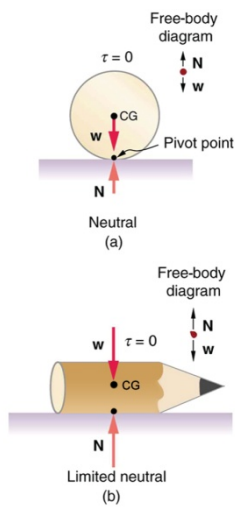
OpenStax College, (2015)

Oreka ezegonkorra aldiz, grabitate zentruaren pisua sustentazio basearen azaleratik urruntzean gauzatuko da, energia potentzialak eragindako indarren desorekak eraginda. Indar horrek subjektua bere lehen posiziotik aldentuz, eta horrela desoreka bat sortuz. (Juliana Uribe, 2015)



OpenStax College, (2015)

Azkenik, hirugarren oreka mota neutroa izango da. Eta bertan energia potentziala iraunkorra izango da, ondorioz, ez da izango desoreka eragiten duen indar eragilerik. (Juliana Uribe, 2015)



OpenStax College, (2015)

Gorputzaren beheko ataleko estimulu artikularren hartzaileek jasotako informazio somatosentzorialak, estabilitatearen pertzepzioan eta orekan garrantzia duela demostratu da. Eta posizio estatiko posturaletan eragina duela ziurtatzen da. (Loram & Lakie, 2002)

Estabilitate dinamikoaren definizioa zehaztea ordea, askoz ere konplexuagoa da. Izan ere, mugimendu konplexuetan agertzen diren indarren englobazio edo batuketa bat zientifikoki justifikatuta gauzatzea oso zaila baita. (Matias Sampietro, 2013)

Colby, S, eta bere kooperatzaileek 1999. urtean, trantsizio dinamikoko sustentazio baseko eremu barruan mantentzen den eta estetikoki egonkorra den kondizio iraunkorra bezala definitu zuen estabilitate dinamikoa. Edo eta Wikstromek 2005. urtean esan zuen bezala, estabilitatearen egoera estatikotik egoera dinamikora pasatzeko ahalmen indibiduala.

Baieztapen hauen arabera, gorputzaren etengabeko adaptazioen eraginez egoera egonkorra bilatzean datza. Oreka horren barruan, hurrengo akzio dinamikoa gauzatzeko indarren aplikazioa sartzen da. Non oreka mantendu nahi izanez gero, indarren baturak grabitate zentroaren pisuaren bektorea sustentazio basetik ez ateratzea lortu behar den.

Hori dela eta, estabilitate dinamikoak prezisio, indar eta abiadura mugimendu zehatzak eskatzen ditu sistema nerbiozo zentralaren aldetik (Matias Sampietro, 2013).

ORKATILAKO BIHURRITUA:

Behin estabilitatearen eta orekaren terminoak azalduta, orkatilako estabilitate falta horren kausak nondik datozen aztertzen hasteko, inestabilitate horren zergatietan zentratuko gara. Hau da, orkatilako mekanismoak non huts egiten duten zehaztu eta aztertu behar dugu, orkatilaren egituraketarekin erlazionatutako ahulguneak non dauden jakiteko. Horretarako, orkatilako zaintiratu edo bihurritua analizatuko dugu ahalik eta hoberen.

Jakingo duzuen lez, alde distaleranzko esginzea kiroleko lesio ohikoena da (Fong et al. 2007), (Robertson K & Molloy L, 2008), (Vries, Krips, Sierevelt, & Blankevoort, 2003), (Vitellas KM et al., 1995). Eta ohikoena izateaz gain, gehien irauten duena ere bada. Hotsean esanda, kronikoa izateko aukera gehien dituen lesioa da. Hortaz, arreta eta garrantzi handia eskatzen du lesio honek.

Horren harira, 1977.urtetik 2005 urtera bihurrituen lesionabilitatea aztertzeko ikerketa bat egin zen. Bertan, 38 herrialdetan zehar 70 kiroletako lesioen datuak aztertu ziren. Guztira 201600 lesio kontatu zituzten, eta haietatik 32509 orkatilako esginzeak izan ziren (%16). Ikerketa horren arabera, 70 kirol horietatik 24etan gehien gertatzen den lesioa da, gehienbat volleyball, mendi lasterketa, rokodromoko eskaladan etabar. (Fong et al. 2007). Hauen nabarmentzea faktore estrinsekoei erlazionatuta dago, baina gai horren inguruan geroago arituko gara.

Orkatila, lesionatzerako orduan gorputzeko bigarren parterik erresena edo ohikoena da belaunaren ostean. Eta esginzea edo bihurritua, orkatilako lesio ohikoena da inolako zalantzarik gabe (Fong et al. 2007).

Orkatilako zaintiratuetaz gain, lotailuetako lesioak, hausturak, lesio tendinosoak, astragaloko lesioak, edema oseok etabar. %21-a osatzen dute lesio guztien ehunekotan Gehrman RM, Rajam S, Patel DV eta Bibbo C.-k egindako ikerketan. (Robertson K & Molloy L, 2008)

Horren ostean, orkatilako bihurritu bat izandakoan, lesio hori kronikoa bihurtzeko, hau da, ligamentuen luxazio kroniko bat gertatzeko (hainbat faktorek dute eragina:genetikoak, anatomikoak...) %10-20-ko probabilitatea dagoela ziurtatu zuten 2011. urtean egindako ikerketan (Vries, Krips, Sierevelt, & Blankevoort, 2003). Lesioa kronikoa ez bada, hau da, artikulazioa bere lehengo egoera normalera errekuperatzen bada eta berriz lesio berbera jasateko arriskua ez bada hasten, lesio agudoa dela esango genuke.

BIHURRITUAREN GRADUAK:

Zaintiratuak pixka bat bere larritasunaren arabera mailakatzeko, bihurrituen hiru graduak azaldu behar dira:

- LEHENENGO GRADUA:

Lotailuaren luxazio bat edo eta haustura txiki bat gauzatzean kontsideratzen da. Ez da inestabilitate articularrik egoten maila honetako lesioetan. Intentsitate baxuko inflamazio eta mina izaten da gauzatu ostean, eta hematoma txiki bat egon ahal daiteke. Baina subjektua gai izaten da bere pisua artikulazioaren gainean bermatzeko.

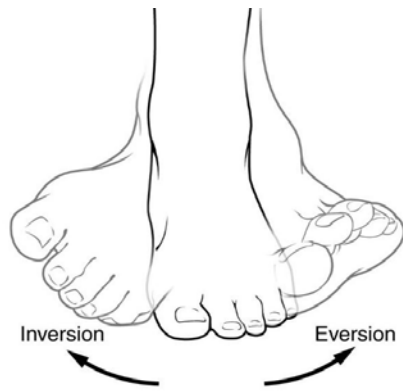
-BIGARREN GRADUA:

Aurreko gradua baino tolesdura edo talka bortitzagoa jasatean gauzatzen da. Lotailuen urratu garrantzitsu bat izaten da hematoma eta inflamazio handiago batek jarraiki. Subjektuak arazoak izaten ditu artikulazioa behar bezala mugitzeko eta lurrean bermatzeko

- HIRUGARREN GRADUA:

Mailarik eta bortitzena da, izan ere, lotailuaren zarrasta osoa gauzatzen da. More koloreko hematoma garrantzitsu bat izaten da lesioa jasandako inguruan eta izugarrizko inflamazioa bere aldamenean. Subjektuak ezin izango du lurrean bermatu min hartutako hanka.

Hiru gradu hauen klasifikazioaz gain, orkatilak egiten duen mugimenduaren arabera ere beste bi bihurritu mota gauzatu ahal dira: ebertsioa eta inbertsioa. Inbertsioa, orkatilak barrurako inklinazio mugimendua gauzatzean gertatzen da. Eta ebertsioa aldiz, kontrako alderako mugimendua da, hau da, orkatilak alde distalerantz egiten duen mugimendua hain zuzen. Gero ikusi eta analizatuko dugun bezala, ohikoena esginzea inbertsio mugimenduan egitea izango da.



Qué son la inversión y la eversión del pie. Periodico de Salud.

Orkatilaren eta bihurrituaren inguruko informazioa eman eta gero, pixkatxo bat orkatilaren artikulazioaren egituraketa osagarrietan zentratuko gara. Izan ere, ezinbestekoa ikusten baitut orkatilako egituraketa azaltzea, gero bere oreka mekanismoa eta berari eragiten dioten faktoreak analizatzeko orduan.

ORKATILAKO ARTIKULAZIOAREN EGITURA:

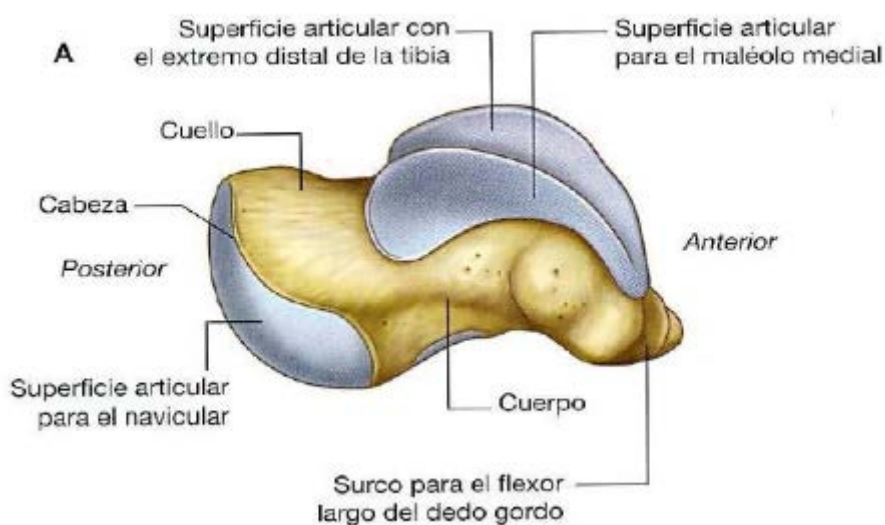
HEZUR GARRANTZITSUENAK:

Orkatilako artikulazioa astragaloak, tibiai eta peroneak osatzen duten egitura sinobial bat da (barrunbe sinobial izeneko egitura bat dago barnealdeko estruktura babesteko). Peronearen hurbileko aldean, tibiaren parte distalarekin dago elkarturik hainbat lotailuri esker (tibioperonealak eta ligamentu edo membrana interoseoa). Bi hezurak elkarturik, gunen "karratu" bat sortzen dute astragaloa bertan sartzeko, tibiako maleolo medialaren eta peronearen maleolo lateralaren artean. (Richard L et al. 2005) Elkarketa honetan zentratuko da gure analisiaren zatirik garrantzitsuenak, barruko eta kanpoko errotazio, inbertsio-ebertsio eta flexio plantar-dorsiflexio mugimenduen zentroa izanez.



(Richard L et al. 2005)

Peronearen diafisiak sekzio triangular bat dauka hiru irtengunerekin eta bertan aurreko eta atzeko ligamentu peroneo-astragalinoak eta lotailu kalkaneo-peroneoak txertatzen dira hainbat muskuluren artean. (Richard L et al. 2005)
 Hiru lotailu hauek inbertsio mugimenduan izaten dira zaurituenak beraien gehiegizko elongazioengaitik.



(Richard L et al. 2005)

Aipatutako astragaloaren egitura oso konplexua da, eta esan genezake barraskilo itxura duela. Forma horren aurrealdean irtengune zirkular bat dauka non eskafoides hezurarekin batzen den astragalo-eskafoides lotailuari esker. Eta marrazkian ikusi ahal daitekeen lez, erdialdera joan ala txikiagotzen doa gutxinaka (Richard L et al. 2005).

Bere behealdean kalkaneoarekin elkartzen da estuki hezuraren egitura konplexuen elkarketarekin (elkartze honetan ere kalkaneo-astragalino lotailua dago). Goi aldetik peronearen maleoloa eta tibiarekin elkartzeko guneak ditu. Aipaturiko elkargune horietan, kartilagoa dago hezur bien arteko marruskadura ahalik eta txikiena izateko. Eta atzealdea berriz, puntan amaitzen da (Richard L et al. 2005).

Aldameneko maleoloa (peroneoa) maleolo mediala baino handiagoa denez eta beherago dagoenez, artikulazioaren mailan aurkitzen. Hortaz, artikulazioko azalera lateralak espazio gehiago hartzen du, astragaloa barrurantzago kokatuz. (Richard L et al. 2005).

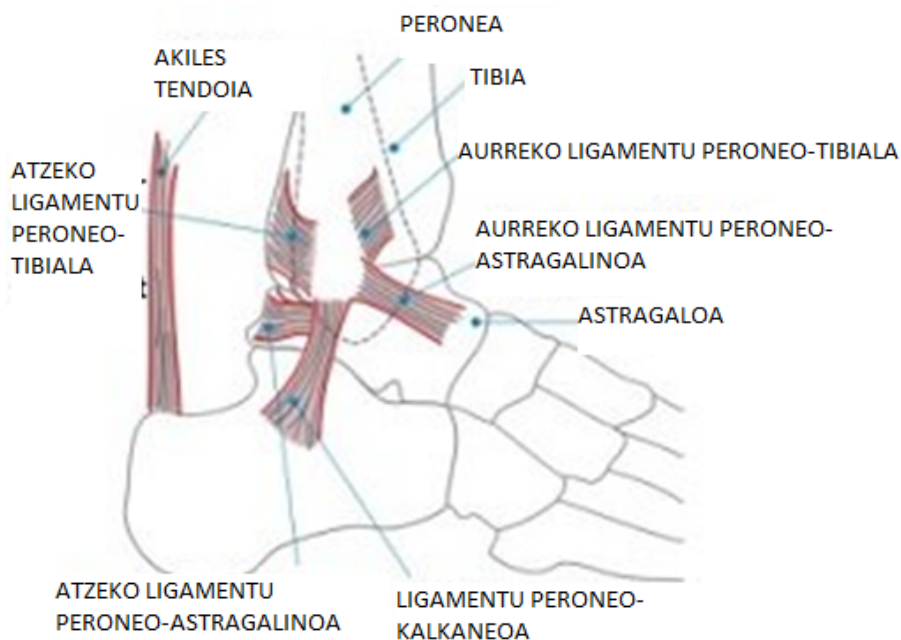
Kalkaneo ere aipatu beharra daukagu, izan ere, orkatilako artikulazioaren parte ez izan arren, oso erlazionatuta dago lotailuen estrukturaren aldetik eta astragaloaren barrunbe subtalarra osatzeagatik (Richard L et al. 2005).

Kalkaneo, kaxa itxurako hezur luze bat da, oinaren orpoaldean kokatzen dena. Bere goi aldea zirkular formakoa da, eta hiru partetan banatzen da: goiko aldea, erdialdea eta beheko aldea. Bere beheko aldean ordea, barrurantzko kurbatura bat dauka alde plantarrari forma emanaz hurbileko aldean. Hain zuzen, forma honen bidez eusten da gorputzeko pisua modu eraginkorrago batean. Eta azkenik, parte honen anatomiarekin amaitzeko, superfizie plantarraren kanpoaldean tuberkulu bat aurkitu dezakegu, non lotailu plantar laburraren txertaketa gunea den (Richard L et al. 2005).

LOTAILUAK:

LOTAILU KOLATERAL MEDIALAK:

Konplexutasun handia duten lotailuen multzo hau, zabala, indartsua eta triangelu formakoa da. Eskafoidesaren alde medialeko tuberositatetik hasita astragaloaren tuberkulo medialerarte doa, eta goialdetik peronearen maleoloaren behealdera arte luzatzen da. (Richard L et al. 2005)



(Wikipedia, 2018)

Lotailu hauek 4 partetan banatzen dira:

- Parte tibionabikularra: Eskafoidesaren alde medialeko tuberkulotik lotailu kalkaneonabikular plantarraren hertzeraingoa doa. Lotailu honek eskafoides hezurra astragaloaren atzeko aldearekin elkartzen du.

-Parte tibiokalkaneoak: Astragaloan txertatzen da.

-Parte tibiotalarra: Bi partetan banatzen da, aurrealdekoa eta atzealdekoa. Bigarren hau, astragaloaren alde medialean eta tuberkulo medialean txertatzen da. Aurrealdekoa ordea, bestea baino sakonagoa da, eta astragaloaren alde medialean eta tuberkulo medialean txertatzen da.

-Kalkaneoeskafoido (*Tibiospring*) partea: Lotailu hau aldiz, kalkaneoaren apofisian txertatzen eta eskafoidesaren tuberkulora doa.

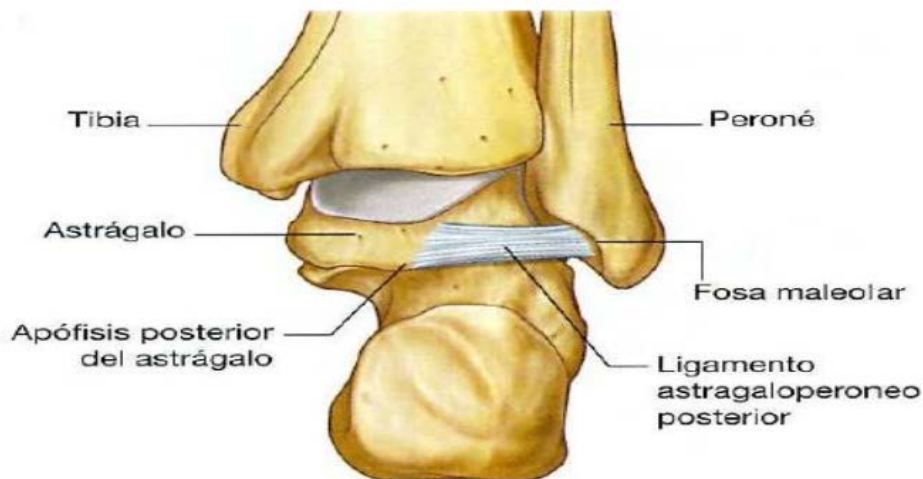
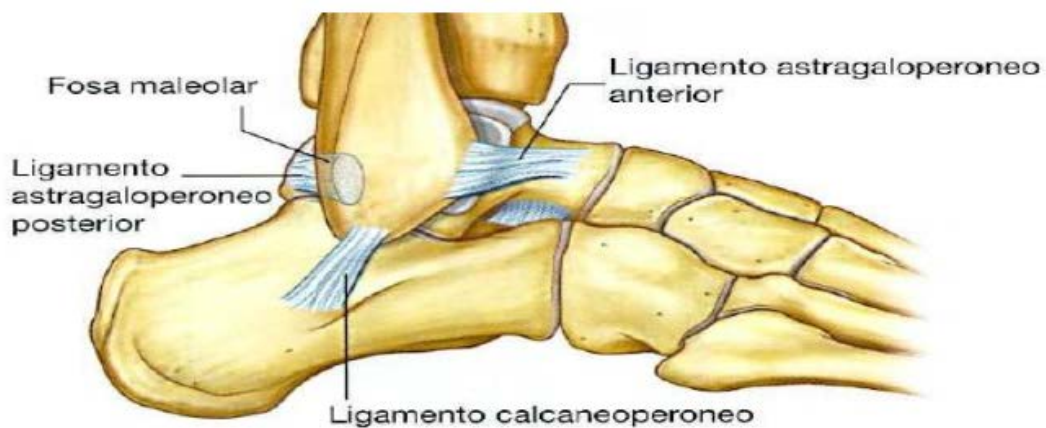


(Richard L et al. 2005)

LOTAILU KOLATERAL LATERALAK:

3 lotailu nagusiz osatzen da: aurreko eta atzeko peroneo astragalinoak eta beherago kokatuta dagoen peroneo kalkaneoak. Lehenengo bi lotailuak, orkatilaren bihurturan gehiegizko inbertsioa egitean kaltetuenak edo eta arrisku gehien izaten dutenak izaten dira. Hain zuzen, egoera honetan lotailu hauek lesionatzeko %85-eko probabilitatea izaten dela kalkulatu dago. (Garrick, 1977), (Balduini FC, Tetzlaff J, 1982).

- Aurreko peroneo astragalinoa: Lotailu motza da, eta peronearen maleolotik astragaloaren aurrealdera doa. Gehien bat orkatilaren inbertsioan eta flexio plantarrean sufritzen du.
- Atzealdeko peroneo astragalinoa: Peronearen alde medialeko atzealdetik astragaloaren atzealdeko apofisira arte doa. Lotailu hau, postura anatomikoaren plano koronalarekiko paralelo doa, horizontalki.
- Ligamentu peroneo-kalkaneo: kalkaneoaren alde medialaren erdialdeko tuberkuluan txertatzen da, eta peronearen maleoloaren behealdera arte doa.



(Richard L et al. 2005)

LIGAMENTU SUBTALARRA:

Kalkaneoaren goialdean eta astragaloaren behealdeko azaleran kokatzen da. Bien arteko gune hori membrana sinobialez estalita dago, aldi berean fibrasko barrunbe batez babestuta dagoena. Honek, artikulazioaren errotazioa eta irristatzea ahalbideratzen ditu. Lotailu astragalokalkaneoek artikulazio hau egonkortzen dute. (Richard L et al. 2005)

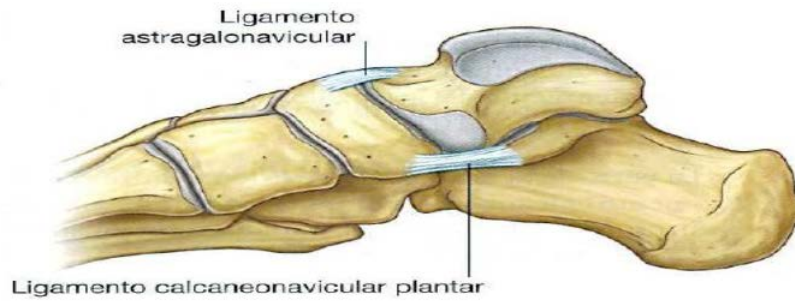


(Richard L et al. 2005)

ARTIKULAZIO ASTRAGALOKALKANEO BIKULARRA:

Lehenengo lotailu hau, kalkaneoeko apofisi medialetik eskafoidesaren alde medialeko tuberkulura arte doa. Horretaz gain, artikulazio konplexu baten parte da, izan ere, bere bi txertaketen artean astragaloa baitago. Aurretik aipatutako lotailuaren bezala, hankaren ebertsio eta inbertsio mugimenduetan parte hartzen du. (Richard L et al. 2005)

Lotailu honen aldamenean ordea, ligamentu astragalonabikular izeneko lotailu motz bat aurkitzen da eskafoidesaren eta astragaloaren goialdean txertatzen dena. Bien elkargunearen erdi goialdean kokatzen da plano sagitalaren bektorearen direkzioan.



(Richard L et al. 2005)

Guzti hau behin ikusita, lan honen helburuetan gehiago zentratzeko asmotan, orkatilako estabilitatean eragiten duten alterazioen multzoen banaketa mailakatuko dugu (Carl G et al., 2002):

- Neurala: propiozepzioa, erreflexuak eta erreakzio muskularraren denbora.
- Muskularra: indarra, potentzia eta erresistentzia.
- Mekanikoak: hiperelastizitatea.

Alterazioen estimuluak pixka bat biztan daudela, hiru eremu horien barnean dauden faktore intrinsekoetan zentratuko gara.

JUSTIFIKAZIOA/ HELBURUAK:

Estabilitatearen kontzeptuak eta mekanismo fisikoak behin sakonki ezagututa, oreka galtzean orkatilako artikulazioan zaintiratu bat gauzatzea kirol profesionalean oso ohikoa dela ikusi dugu. Horren kausa bilatzerako orduan, artikulazioaren egitura aztertu dugu eta lesio horren larritasunaren arabera mailaketa bat egin dugu. Izan ere, orkatilako egitura hori guztiz konplexua da eta horren eraginez, lehen aipatutako zaintiratu desberdinak gauzatzen dira.

Lesioaren graduen desberdintasunak, bihurritu hori egiteko era edo ezaugarri ezberdinen aldarrikapena ziurtatzen du. Hortaz, pertsonen berezkoak diren faktore intrinsekoen azterketa bat gauzatuko dugu, faktore hauen eragina ikusteko, mekanismo hori gauzatzerako orduan. Pertsonaren baitako ezaugarri horien lesionabilitatearen inguruan sakontzen ahaleginduko gara, eta ez diogu hainbesteko atentzio askorik prestatuko faktore estrinsekoei. Egia da zeharo lotuta egon ahal direla lesionatzeko moduarekin, baina egituraren azterketa edo analisisia interesgarriagoa iruditzen zait, ezaugarrien bistako eragina ikusita. Azkenean, faktore estrinsekoak kanpoaldetik datozen estimulu edo moldaketa ezberdinak baitira. Bukatzeko, hori aztertu ostean, orkatilako zaintiratu edo bihurritu bat biomekanikoki eta mekanikoki nola gauzatzen den aztertuko dut, artikulazioen egituraren angeluazioak, abiadura angeluarrak eta mugimenduak kontrolatuz. Eta aurretik landutako ezaugarrien eragina eta jakintzarekin, kirol mundurako analisi sakon eta probetxugarria izango delakoan nago.

ORKATILAREN BIHURRITUAN ERAGITEN DUTEN FAKTOREAK :

Garrik izeneko ikerlariak "*Predictive factors for lateral ankle sprains*" artikuluan aipatzen den bezala, orkatilako lotailu distalak (aldamenekoak) estruktura aldetik lesio bat jasateko portzentaje handiena dutenak direla ziurtatzen zuen. Baieztapen honen atzean hainbat ikerketa daude eginda, argumentu hori bermatzen dutenak. (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002)

Oso garrantzitsua da atleta bakoitzaren arrisku faktoreak ondo ulertzea eta ezagutzea, izan ere, prebentzio edo eta interbentzio diseinu bat egiteko nahitaezko aldagarriak dira. Ondorioz, lesionabilitatea kontrolatzeko parte garrantzitsuenetarikoa da. (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002)

AURRERAGOKO LESIOAK (HISTORIALA):

Orkatilako bihurritu bat berriz gertatzeko probabilitatean eragiten duen faktore garrantzitsuena dela esango genuke. Era sinplean esanda, behin ligamentuak edo eta konexio muskularrak huts egitean, lesio hori berriz ere gertatzeko aukera gehiago izango dira. Horrek esan nahi du, lesio hori gertatu zen egoeran, norbere gorputzak ezin izan zuela estabilitatea modu eraginkorrean gailendu, eta hortaz zaintiratu edo urradura jasan zuela.

Faktore honetan sakonduz, Ekstrand eta Gillquist ikertzaileek eremu hau analizatzeko intentzioekin 124 futbolari azterketa fisikoa egin zioten denboraldi hasieran eta beraien segimendu pertsonal bat egin zuten.

Orkatilako bihurritua jasan zutenetan berriz lesionatzeko arrisku handiago bat antzeman zuten ikertzaileek. Futbolean bezala saskibaloiko eta militartzako ikerketak ere badaude ondorio berdineran eramaten gaituztenak. Hau da, korrelazio nabari bat dagoela. (Ekstrand & Tropp, 1990), (Tropp, Askling, & Gillquist, 1985).

Bestalde, beste ikerketa batzuen esanetan (Barrett, et al., 1993), (Tropp, Ekstrand, & Gillquist, 1984), kirol berdinetan azterturiko ikerketetan, ez zen inolako korrelaziorik aurkitu lehenago orkatilako bihurritua izan zutenen eta jasan ez zutenen artean.

Kontrako ondorio hauen azalpen posible bat aurkitu daiteke. Lesio partikular honen osteko orkatilaren kondizioa ez da soilik jasandako lesioen kopuruaren baitan egongo. Baizik eta, lotailuek jasan duten indarrean, muskuluen kondizioetan eta orkatilaren errehabilitazioan egongo da koska. Azken faktore honen programaren eta eboluzioaren garrantzia handia izango da, artikulazioa lehenago egoerara bueltatzeko edo eta lesio hori kronikoa ez bihurtzeko. Hortaz, errehabilitazioaren administrazioa eta kalitatea arrisku faktore hau ez handitzeko giltzak izango dira. (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002)

SEXUA:

Belauneko lotailu gurutzatuen lesioa nesketan mutiletan baino nabariagoa den arren (Tropp, Ekstrand, & Gillquist, 1984), (Zelisko, Noble, & Porter, 1982), orkatilako lesioetan antzerako erregistroak batu dira. (Hosea, Carey, & Harrer, 2000).

Adibidez, Hosea eta bere kolaboratzaileek aurreko artikulu horretan adierazten duten bezala, saskibaloiko neska gaztetxoek lesionabilitatea aztertu zuten. Bertan, neskek mutilekin konparatuta orkatilako lehenengo graduko bihurritua gauzatzeko %25-eko portzentaje handiagoa zutela ondorioztatu zuten. Bigarren eta hirugarren graduetan ordea, ez zen hainbesteko alderik aurkitu.

Horretaz gain, orkatilako bihurrituen lesionabilitatea bikoiztu egin zen 12-16 urtetako nesken konpetiziotik 16-18 urte artekora.

Beste ikerketa batek dioenez (Beynnon, Renström, Alosa, Baumhauer, & Vacek, 2001), futboleko, "lacrosse"-ko eta hockey-ko gazteen orkatilako azterketa egin zuten aurre-denboraldian. Gazte horiek, beraien orkatilako lesioen historiala hutsik eduki behar zuten noski, ikerketan arrisku faktore horrek eragin ez zezan. Denboraldian zehar segimendua egin zieten gazte hauei, eta lesionatzen ziren momentuan datuak hartzen zizkioten. Ikerketaren ondorio gisa, mutiletan %0,16-ko eta nesketan %0,22-ko lesio balioak lortu ziren. Hortaz, ikerketa honen bistan ez dago diferentzia nabarmenik.

ALTUERA ETA PISUA:

Altuera eta pisua ere faktore arriskutsutzat hartzen dira. Izan ere, orkatilak estabilitatea galtzean eta inbertsio mugimendua gauzatzean, norbere gorputzeko masaren pisua artikulazioan bermatu edo eutsi behar izaten du. Eta, nola ez norbere altuerak eta pisuak zerikusirik handia dute lotailu eta muskuluek jasaten duten tenkaketan. Lesio hori larriagoa izateko arriskua gehituz. (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002)

Artikulu batzuetan aztertzen denari segika (Beynnon, Renström, Alosa, Baumhauer, & Vacek, 2001), (Sitler, et al., 1994), norbere baitako bi faktore hauek ez dira faktore arriskutsu independentetzat hartzen orkatilako bihurrituan. Bestalde, Watsonek ikertutako artikuluan (Watson, 1999) dioen bezala, orkatilako bihurritua jasan zuten futbolariak, jasan ez zutenak baino garaiagoak zirela ondorioztatu zuten. Eta Milgram eta kolaboratzaileek militarrekin egindako beste ikerketa batean ordea (Milgram, et al., 1991), altuak eta pisutsuak zirenek artikulazio honetako lesioa jasateko probabilitate handiagoak zituztela adierazi zuen.

OIN DOMINANTEA:

Atleta edo kirolari gehienek beraien oin dominantean izaten dute arrisku gehiago bere gehiegizko erabilera dela medio. Hortaz, gehien bat kirola erritmo edo intentsitate altu batean gauzatzen ari direnean, beraien alde dominatzaileko orkatila eta belaunaren erabilera asko handitzen da. Hortaz, lesio arriskua ere nabarmen gehitzen da. Baina ideia hau ez dago zeharo egiaztaturik. Izan ere, ikerketa batzuetan (Beynnon, Renström, Alosa, Baumhauer, & Vacek, 2001), (Surve, Schwellnus, Noakes, & Lombard, 1994) ez zen inolako diferentziarik ikusi atal horretan.

Bestalde, Ekstrand eta Gillquisten (Ekstrand & Gillquist, 1983) ikerketaren kasuan, futbolarietan lesio honen %92 oin dominantean izan ziren. Esan beharra dago ere, futbolaren kasua oso erlatiboa dela. Izan ere, futboleko baloiarekin kontaktua ia beti zure oin dominantearekin aurkitzen saiatzen baitzara, berarekin baitaukazu kontrol eta abilitate gehien. Hortaz gain, futboleko kirolaren helburuarekin estuki lotuta dagoen materiala baloia da, eta normalean kontrarioak kendu behar dizuten objektuaren aldamenean norberaren oin dominantea izaten saiatzen zara, hau arriskuan jarriz. Beraz, kasu honetan atal dominante eta ez-dominantearen erabileraren artean diferentzia nabarmena ikusi dezakegu kirolaren jokatzeko moduari segika. Futbola beheko ataleko artikulazioentzako oso kirol arriskutsua eta kontaktu handikoa baita.

OINAREN FORMA ETA TAMAINA ANATOMIKOA:

Oinaren forma anatomikoa, hau da, pronatsailea, supinatzailea edo neutrala izateak ez du diferentzia nabarmenik orkatilako lesionabilitatean artikulazio batzuen esanetan (Barrett, et al., 1993), (Beynnon, Renström, Alosa, Baumhauer, & Vacek, 2001), (Dahle, Mueller, Delitto, & Diamond, 1991). Izan ere, norberaren oinaren bermatzeko era oin hutsik neurtzen da. Ondorioz, oin hutsik egiten ez den kirola baldin ez bada, ez da berdina izango. Izan ere, kasu horretan faktore estrinseko bezala hartzen den zapatila motaren faktore arriskua ere gehitzen da, eta esan dugun bezala, lan honetan ez gara zentratuko atal horretan hain zuzen.

Kaufman eta laguntzaileek egindako artikuluan aldiz (Kaufman, Brodine, Shaffer, Johnson, & Cullison, 1999), oinaren bermearen nondik norakoak aztertzeko neurketa dinamikoak gauzatu zituzten. Bertan, militarrek oin-hutsik eta zapatilak jantzita egin zituzten frogak. Eta beraien oineko forma kontutan hartuta, oinaren forma plantarra laua, kurbatua eta orpoaldean inbertsio bat zutenetan arriskuak ikusi ziren. (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002)

Milgram et kolaboratzaileek beste artikulua batean demostratzen duten bezala (Milgrom, et al., 1991), oinaren zabalera orkatilako hegaleko bihurritua sufritzeko faktore arriskutsua da. Beraien esanetan, oina zabalagoa izaterakoan inbertsioaren mugimendua gauzatzeko momentuan egoera arriskutsuagoa sortzen baita zabalera estuarekin konparatuz.

ORKATILAKO LIGAMENTUEN LAXITUDEA:

Orkatilako artikulazioaren elastikotasuna arrisku faktore garrantzitsuenen artean kokatzen da. Bestalde, Barret eta bere kolaboratzaileek egin zuten ikerketan (Barrett, et al., 1993), "*Standar Anterior Drawer*"-ekin oinaren graduazioarekin eta analisi klinikoekin neurtu zituzten subjektuak, eta ez zuten korrelazio nabarmenik ikusi beraien ikerketan. *Standar Anterior Drawer*-ek oina erabat erlaxatuta eta oin punta behe-raka begira izatean (hankaren planta edo zorua

bertikalki dagoenean) neurtzen da. Laburki esanda, oin-zolak duen inbertsio edo eta ebetsio graduazioa neurtzen du.

Beste artikulu batean ordea, bi neurketa mekanismo horietatik lesionabilitatea neurtzeko soilik "*Standar Anterior Drawer*"-ek balio zuela ondorioztatu zuten. Eta hirugarren artikulu batean (Sitler, et al., 1994) astragaloaren analisi klinikoaren arrisku faktore gisa neurtzeko balidazioaren onespina ondorioztatzen da. Orkatilan 5 graduko inklinazioa dutenen edo ez dutenen lesioak ikertu ostean.

Artikulu hauen direkzio edo ondorio desberdinek konklusio batera eramaten gaituzte. Analisi klinikoaren eta "*Standar Anterior Drawer*"-aren ebaluazioaren prezisioa ez dela egokia predikzio hau gauzatzeko hain zuzen.

Nesken eta mutilen arteko desberdintasunak ere aurkitzen dira artikuluetan (Beynnon, Renström, Alosa, Baumhauer, & Vacek, 2001). Non tibiaren barruranzko inklinazioa eta kalkaneoaren ebetsioa zuten neskek, mutilek baino arrisku gehiago zutela ondorioztatzen zuten.

Orkatilako inestabilitatea, kasu batzuetan lotailuek beraien tinkotasuna galtzen dutelako izaten da. Tinkotasun hau, lehen aipatu dugun bihurritu kroniko batek galtzeaz gain, lotailuen elastikotasunarengatik ere galdu daiteke, bihurritua gertatzeko probabilitatea handituz. (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002)

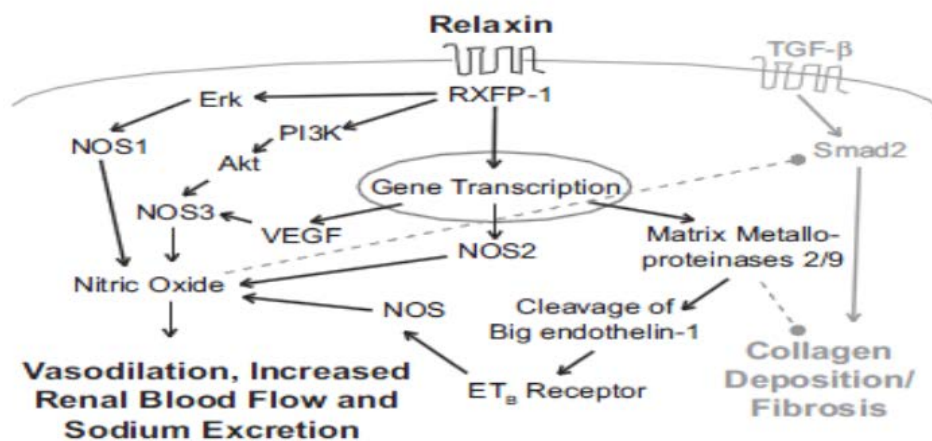
Horretarako Relaxina hormonaren eragina aztertuko dugu. Izan ere, Relaxinak orkatilako estabilitatean duen eragina aztertu da. Kasu honetan, haurdun dauden emakumeekin egin da ikerketa. Izan ere, beraien hilekoaren arabera alterazioak izaten baitituzte hormona honetan, eta horrek, bere funtzioak aztertzeko eta analizatzeko balioko digu.

Hormona honek pelbisean eragiteaz gain, orkatilako lotailuen laxitatea handitzen du, horrela hezurrei mugitzeko edo desplazatzeko behar bezain baino leku gehiago emanez. Hots, tinkotasuna galduz.

Relaxinaren produkzioa faktore askoren baitan dago. Ala nola, subjektu bakoitzaren egoera nerbioak adibidez zeharo eragiten du hormona honen

jariaketan. Eta lehen aipatu bezala emakumeen hilerokoan ere zeharo aldatzen da.

Relaxinak aipatu bezala lotailuen kapazitate elastikoa handitzen du hein handi batean. Eta hurrengo argazkia erabiliz, metabolismoan izaten dituen erreakzioak eta funtzioak aztertuko ditugu:



Dr. Jennifer M. Sasser. The emerging role of relaxin as a novel therapeutic pathway in treatment of chronic kidney disease. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 305: R559–R565,2013.

Relaxina bere RXFP1 errezeptorearekin elkartzen da, kinasak (Erk, PI3K, Akt) eta transkripzio genetikoaren bideak estimulatuz (hasiz). Transkripzio genetiko honek berriz, 3 elementu proteikori ematen dio bidea: Endotelia baskularraren hazkundera (VEGF), Oxido nitriko sintasa (NOS) eta matrizeko metalloproteinasa (MMPs). Lehenengo bi elementu proteiko hauek eta kinasaren deribatuek, oxido nitrikoaren eraketa egiten dute, basodilatazio bat sortuz. Basodilatazio horrek odolaren fluxua areagotzen du eta baita sodioaren (Na) iragazketa. Beraz, efektu guzti hauek protekzio renalaren akzioa, oxido nitrikoaren produkzioa eta metalloproteinasaren formazioa eragiten dute. Horiek ematen diote laxitueda lotailuaru, metalloproteinasak fibrosiaren formazioa eta

kolagenoaren deposizioa inhibitzen du. Eta oxido nitrikoak Smad 2 eta MMPs-en formazioa ere inhibitzen ditu. (Bryant-Greenwood, Bagnell, & Bathgate, 2009).

RXFP1 errezeptoreen belauneko aurreko lotilua gurutzatuaren presentzia, 4/5 da nesketan eta 1/5 mutiletan. Orain arte ez da inolako ikerketarik egin orkatilan. Baina, lehen esan bezala, emakumeek menstruazio garaian beraien orkatilako mobilitate arkuaren erlaxazio eta zabaltasun bat ematen da. ("Análisis sobre la laxitud ligamentosa en función de los niveles de relaxina", 2018)

MUSKULUEN INDARRA:

Faktore honen ikerketa ere hainbat ikerketaren bidez lortutako ondorioekin erlazionatuta dago. Futbol, lacrosse eta hockey-an jarduten zutenen orkatilako artikulazioaren mugimenduen indarrak neurtu ziren isokinetikoki. Eta ebidentziak aurkitu ziren inbertsio eta ebetsio arteko bihurtura maximoan, flexio plantarraren bihurtura maximoan eta erlazio gutxiago flexio plantarraren eta dorsiflexioaren artean (Baumhauer, Alosa, Renström, Trevino, & Beynnon, 1995).

Bestalde, beste artikulatu bateko ikerketa batean, kondizio berdinetan zeuden kirolariei ez zitzaien inolako erlazio aurkitu inbertsio - ebetsio eta flexio plantar - dorsiflexio bihurtura indarraren eta lesionatzeko arriskuaren artean (Beynnon, Renström, Alosa, Baumhauer, & Vacek, 2001). Ezta aurrerago orkatilan lesio bat jasan zutenen eta ez zutenen pertsonen artean ere.

Diferentzia hauen arrazoietakako bat metodo desberdinen erabilerarengatik izan ahal daiteke. Izan ere, batean neska-mutilak talde desberdinetan sartu zuten eta bestean berriz ez. Eta horrek zeharo eragiten du ondorioetan, izan ere bihurtura maximoa desberdina izaten da mutil eta nesken artean gehienetan. (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002)

MUSKULUEN ERREAKZIO ABIADURA:

Aurreko atalean aipatu dugun lez, garrantzitsua da bai dorsiflexio eta flexio plantarraren bihurtura maximoa aintzat hartzea, lesionabilitatearekin zeharo lotuta baitago. Baina ikusi ditugun kasuetan, tortsio maximo hori lortzeko denbora askoz ere luzeagoa izaten da bihurritu bat gertatzean izaten dena baino (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002). Beraz, bi kontzeptuak erlazionatu behar dira. Hau da, muskuluen indar ahalmena erreakzio abiadura kontuan hartuta.

Artikulu bateko ikerketan (Beynnon, Renström, Alosa, Baumhauer, & Vacek, 2001), burmuinak mezua bidaltzen duenetik edo eta estimulu bat jasotzen duenetik muskuluak aktibatzerainoko denbora ikertu zuten orkatilaren dorsiflexio eta inbertsio mugimenduetan.

Gizonezkoetan ez zen inolako korrelaziorik aurkitu lesionabilitatearekin erlazionatuta. Baina emakumeetan, diferentzia bitxi bat aurkitu zen. Orkatilako bihurritua jasan zuten emakumeek erreakzio denbora azkarragoa zuten estimulu haiekiko gastrognemioetan, eta aldiz, erreakzio geldoago bat aurreko tibialean. (B. Beynnon, D Murphy & D Alos, 2002)

Ikerketa honetatik atera ahal dugun ondorioetako hipotesi bat, aurretik lesio bat jasan dutenetan hanken zurruntasuna eta estabilitatea mantentzen duten muskuluetan erantzun neuromuskularra kaskartu egiten dela da.

POSTURAREN ERAGINA:

Grabitate zentroa gorputzeko posturaren arabera aldatzen denez, eta hau nerbio sistema periferalean eta zentralaren menpe dagoenez. Tropp eta bere laguntzaileek pisua ikertzeko plataforma bat erabili zuten faktore honen garrantzia neurtzeko (Tropp, Ekstrand, & Gillquist, 1984).

Grabitate zentruaren bektore bertikalaren aldaketetan oinarritzen den ikerketa hau, futbol jokalariekin neurtu zen denboraldi oso batean.

Postura aldetik grabitate zentroaren balore altuak zituztenek, lesionatzeko arrisku gehiago zeukatela ondorioztatu zen.

Watson ikerlariak (Arendt & Dick, 1995) artikulu batean plazaratu zuten ikerketa ere oso interesgarria da faktore hau analizatzerako orduan. Hanka baten gainean soilik mantentzeko denbora kalkulatzeko zuten lurra ukitu gabe. 15 segundora arte heldu ahal zirenak postura aldetik "normalak" kontsideratzen ziren, eta ez zutenak lortzen berriz "ez-normalak" bezala kalifikatu ziren. Hortaz, azken motako postura zutenek orkatilako bihurritua gertatzeko arrisku gehiago zutela ondorioztatu zen.

Ikusi ahal dugunez, postura neurtzeko orekaren froga bat erabiltzen da. Hurrengo ikerketaren moduan. Non, Mc Guine eta bere kolaboratzaileek "NeureCom Balanca Master" (Natus Medical Incorporated, 2015) protokoloa erabili zuten faktore hau analizatzeko. Neurketa hau saskibaloiko jokalariekin egin zen, eta beraiek egindako mugimendu posturalen abilezia neurtu zuten. Ahultasunak izan zituztenen artean lesionatzeko arriskua, ondo egin zutenen baino zazpi bider gehiago zela ondorioztatu zen.

BIHURRITU KASU BATEN ANALISIA:

Orkatilako bihurrituen lesionatzeko mekanika oraindik ez dago bat ere garbi. Urteetan zehar, orkatilaren kinematika aztertu da lesioaren simulazioen bidez indar plataformetan. Lesio hau aztertzeko modurik onena, lesionatuen biomekanika aztertzean datza. Bestalde, oso ezmorala eta ilogikoa da, subjektu hauek berriz nahita lesionatzen saiatzea. Baina kasu batzuetan proba biomekanikoak egiterakoan gertatutako lesioak grabatu dira, eta interesgarriak eta baliozkoak suertatu dira analisi kualitatiboak egiteko.

Lehenengo kasu honetan, 23 urteko neskatxa atleta bat (1,75 metro eta 62,6 kilogramoko pisuarekin) saskibaloiko zapatilak jantzita, korrikako serie test bat egin zuen laborategian. Test hori, 6 metrotako esprint bat zuzen gauzatzea zen, gero ezkerreranzko bira bat gauzatzuz direkzio aldaketa bat eginez. (Fong, et al., 2009). 4. seriean ordea, ezustean orkatilako bihurritua egin zuen akzidentalki, eta hori grabatuta geratu zen.

Zaintiraturik ez zen hain larria izan, eta ebaluazioa egin ostean lehenengo gradukotzat hartu zuten bihurritua. Lotailu lesionatu nagusitzat (ATFL) lotailu peroneo astragalinoa ondorioztatu zen. Lotailu peroneo-kalkaneoa ordea, baztertuta geratu zen aztertzaileek hainbat proba egin ostean. Eta, orkatilako inestabilitatea ez zen bistakoa izan egin zizkioten proben azterketetan.

Neskatxa honek, ez zuen inolako lesiorik izan orkatilan, hortaz, bere historiala hutsik zegoen artikulazio horren arazoekiko. Beraz, printzipioz ez zuen inolako arazorik izan behar test hau egiterako orduan. Baina bihurritua sufritu ostean ordea, 2 astetan mina izan zuen artikulazioan eta bere inguruan, eta sentsibilitatearen galera ere nabaritu zuen. 3. astean ordea, berriz hasi ahal izan zen gutxika kirola egiten.

ANALISI BIOMEKANIKOA:

Lesioa hiru kamerekin grabatu zen perspektiba desberdinetatik. Eta oinaren bermearren presio eta indar plantarraren datuak ere hartu ziren. Lehenik, posizio anatomikoan jarrita, atletaren beheko enborreko ardatzen datuak eta artikulazioen marka anatomikoak hartu ziren, gero mekanika zehatzago aztertzeko.

3 ardatz jarri zituzten. X3 ardatza, artikulazioaren erdigunetik (maleolo lateraletik zentimetro bat barrurago) belauneko erdigunera arte doa bektore bertikal itxurako bat sortuz, barruranzko eta kanporanzko errotazioak determinatzeko. X1 ardatza (*anterio-posterior* ingeleraz) X3 ardatzaren perpendikularra da, hau da, oinaren atzetik aurrera doa. Lurzoruaren mailan kokatzen da, orkatilaren inbertsio-ebertsioa kontrolatzeko. Eta azkenik, X2

ardatza aurreko biek in eraturako ardatza da ($X_2 = X_3 \times X_1$). Atzetik ikusita lurrarekiko 50° - 60° graduetan kokatzen den bektorea hain zuzen, eta oinaren flexio plantarra edo eta dorsiflexioa neurtzen du.

Angeluak eta angeluen abiadura neurtzeko sistema hau Sodekvist eta Wedin-en metodoa da. (Söderkvist & Wedin, 1993).

NEURKETAREN BALIDAZIOA:

Kinematika hobeto aztertzeko eta ikusteko hezurren birtualizazioa egin zuten Zygote Medio Group-en teknologiarik esker. Honen bidez, ardatzekin ez bezala, orkatila eta belauraren mugimenduak bakarka analizatzea ahalbidetzen du.

Kinematika eta mekanika grabatu eta aztertzeko MBIM metodoa erabiliz eta artikulazioen anatomiaren identifikazioa ardatzekin eta hezurren birtualizazioarekin gauzatu zen. Metodo hau baliozkotzat kontsideratzen da.

KONPARAZIO MEKANIKOA:

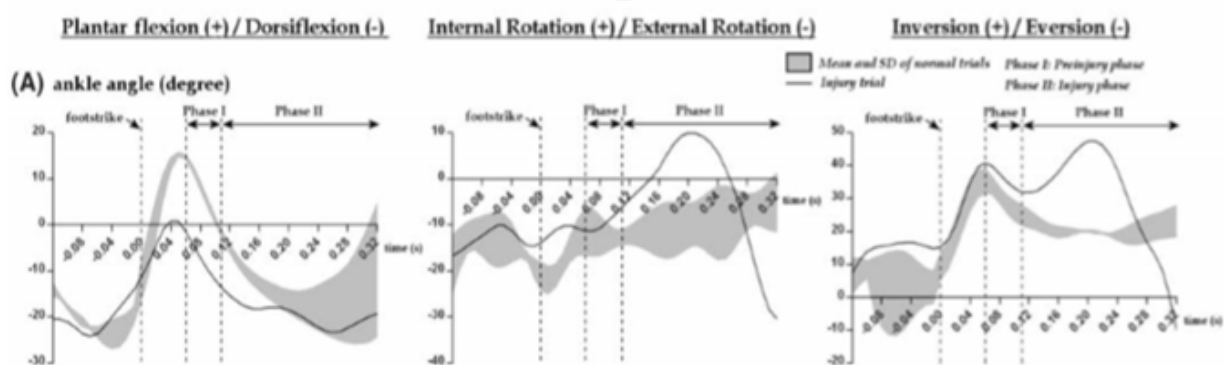
Atletak 4 bider gauzatu zuen proba, eta laugarrenean lesionatu egin zen. Beraz, laugarren saiakera hori aurrekoekin konparatuko dugu aurretik aipatutako metodoei segika.

Lehendabizi, bermatzearen faseak azalduko ditut ahalik eta laburren, mekanikoki pixka bat ulertzeko. Orain azaldukotako mekanismoa oinaren bermatze eta aireratze egokiari segika izango da, hotsean esanda, pausu normal bat.

Artikulazioa, dorsiflexioan heltzen da oina bermatzean. Oina bermatzetik lehenengo fasera arte oinaren flexio plantarra gauzatzen da, bere topea eskuratu arte inbertsio eta kanporanzko errotazioaz lagunduta. Momentu horretan hasiko da lehenengo fasea hain zuzen. Lehenengo fasetik bigarren fasera, gorputza aurreraka doa, beraz, flexio plantar hori gutxitzen joango da 0° -ra heldu arte, eta inbertsioa ere ez da hain nabaria izango. Momentu horretan

ordea, 2. fasean sartzen gara, eta artikulazioaren dorsiflexioa areagotu egingo da inpultso indarraren bidez. Horretaz gain, kanpoko errotazioa gutxika barrualderantz joango da eta inbertsioa ere nabaria izango da.

Datuei begiratuta, bi oin pauso edo bermatze mota konparatu eta analizatuko ditugu. Lehenengo pusu mota (taulan grisez dagoena) 1,2 eta 3 saiakeran neurtutako datuen ibilbideak dira. 3 izaterakoan, beraien marra lodiagoa izango da lortutako datuak ez direlako berdinak, baina desbideratze estandarra hain altua ere ez dela ikusi ahal dezakegu.



(Fong, et al., 2009)

0 FASEA:

0 Fasea oina lurrean bermatu eta flexio plantar maximoa lortu arteko tarte izango da.

Ikusi ahal dezakegunez oina bermatu baino lehen dorsiflexio tontorra arinago gauzatzen da lurrean bermatu baino lehen. Baina fase honetan saiakera normalak dorsiflexio balio handiagoak lortzen ditu, izan ere, lesio-saiakerak flexio plantarra lehenago gauzatzen du. Mekanika desberdin horren ostean biak heltzen dira graduazio antzerakoarekin bermatze puntura.

Hemendik flexio plantar maximoa eskuratu arte ordean, saiakera normala flexio plantarraren 15^o-tara heltzen da, eta lesio eredua berriz 1^o-tara.

Errotazioaren inguruan aldiz, ikusi dezakegu saiakera biak heltzen direla kanporanzko errotazioan berme puntura, baina saiakera normalak gora-behera arinago bat gauzatzen du lesionatuaren datuak gutxiago mugitzen diren bitartean. Hori horrela, berme puntura lesio saiakera pixka bat kanporantz biratuago heltzen da.

Lehenengo fasera arte ordea, diferentzia nabarmena dago, izan ere saiakera normalak barruranzko errotazioa gauzatzen baitu nabarmen eta lesionatua berriz bere balioetan mantentzen dela esan dezakegu.

Inbertsio-erbertsioaren inguruan ordea, bermea baino aurrerago dago diferentzia. Saiakera normalak inbertsioan hasi eta ebetsio balioetara heltzen den heinean, lesio eredu beti inbertsioan egongo da ia inolako ebetsio mugimendurik gauzatu gabe. Biak lehenengo fasera 40^o-ko inbertsioarekin helduko dira, bermeaz geroztik inbertsio mugimendua bi ereduetan nabarmen gehituz.

LEHENENGO FASEA:

Lehen esan bezala, oinak flexio plantar maximoa lortzen duenetik oinaren aurre-atzeko inklinazioak (flexio plantar- dorsiflexioak) 0^o-ra lortzen duenera arte izango da (saiakera normalean). Tarte horretan gorputzaren oinarria oinaren goialdean egongo da bertikalki zuzen berdinean.

0 faseko 14^o-ko ezberdintasun nabarmena ikusirik, lehenengo fasean desberdintasun berdina egongo da, baina dorsiflexioko angeluazio balioetan sartuko gara. Gorputzak aurreraka egitean berme-puntutik urrerago izango baita bere masa zentroaren bektorea.

Errotazioan aldiz, kontrako mugimenduak daude. Ez dira hain nabariak baina saiakera normalak kanporanzkako joera izango duen heinean, lesio saiakerak oraindik barrurantz biratzen joango da.

Inbertsio-ebetsioan aldiz, lesio saiakeraren inbertsioa nabarmenagoa izango da eredu normalarekiko.

BIGARREN FASEA:

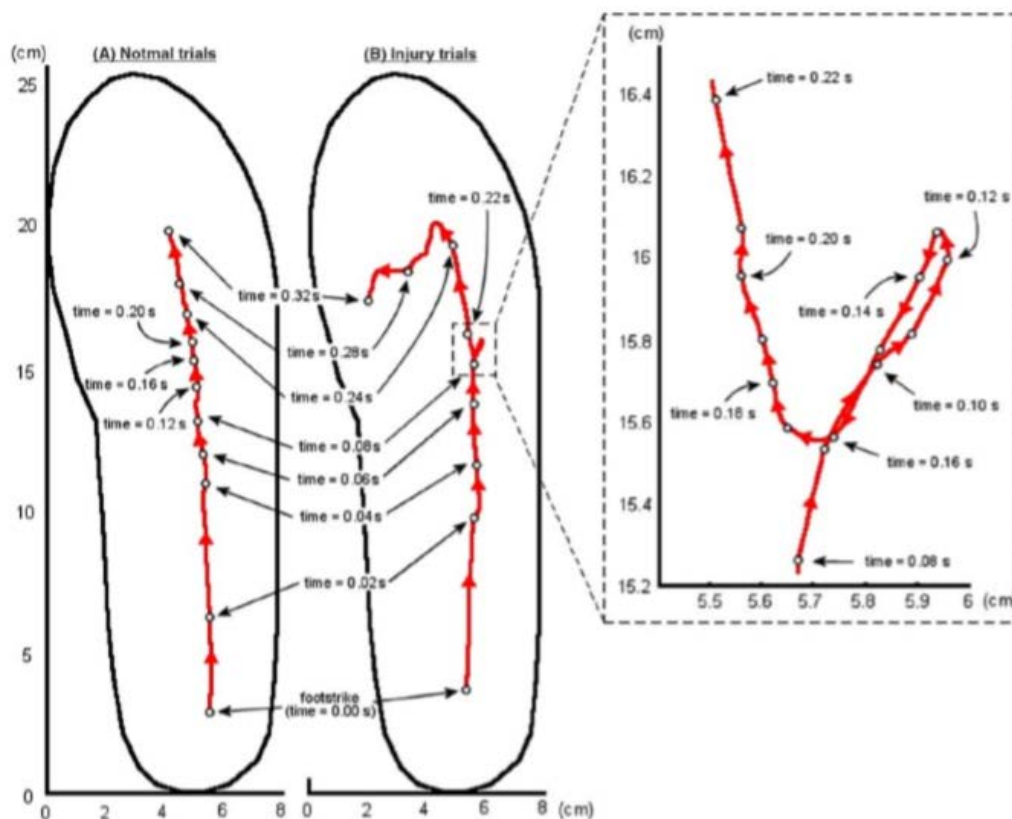
Azken fase honetan, saiakera normalak ondulazio bat egiten du 2° - 3° -ko angeluaziotik hasita. Erdialdean 13° - 20° -ko balioak eskuratzen ditu, eta azkenik bariantza handia aurkitzen da azken txanpan, baina joera berriz flexio plantarra gauzatzea izango da. Lesio saiakeran berriz, ikus daiteke lehenengo fasetik dorsiflexioaren balio horiek ondulazioekin oraindik areagotu egiten direla 20 bat gradutan bukatuz. Beraz, lesioa gauzatzekoan, dorsiflexioan mantentzen da orkatila.

Errotazioaren inguruan, biak kanporanzko errotazio esanguratsu batekin heltzen dira (beraien diferentzia txikia kontutan hartuz). Eta saiakera normala aldagarritasun marra handiarekin 0° -tara ondulatzen doan bitartea, lesio ereduak sekulako bira ematen du barrurantz -5° -tatik 10° -tara 0.08 segundotan. Eta geroxeago, kanporanzko errotazioa egiten du 30° -ra heldu arte. Ondorioz, 0.012 segundotik 0.032 segundora izugarrizko angeluazio aldaketak daude fase honetan.

Normalean gehien ikusten dena edo jendeari gehien harritzen diona, oinak jasaten duen inbertsio angeluazio handia izaten da. Horrek lotailu distalei zeharo eraginez. Bigarren fase honetan argi eta garbi ikusi ahal daiteke nolako aldea dagoen bi saiakera moten artean. Saiakera normalak ez baitira asko aldatzen azken fase honetako ibilbidean zehar. Baina lesioko saiakeraren datuei erreparatuz ikus dezakegu lehenik fase honetako erdira arte (0.12 segundotik 0.20 segundora) inbertsioa 48° -ra arte handitzen dela gero bortizki berriz ebetsioko angeluazioaren balioetan bukatzeko.

Analisiaren alderik edo eta diferentziarik handienak gehien bat barruranzko mugimenduak diren inbertsio eta barruranzko errotazioaren azkenengo fasean (2.fasean) aurkitu ditugu.

Eta 0 eta 1 faseetan aipatu ditugun desberdintasun horiek, zaintiratu edo bihurritua azken fasea baino lehenago hasten dela erakusten dute. Eta are gehiago, hanka lurrean bermatu aurretik diferentziak daudela demostratu da.



(Fong, et al., 2009)

Mugimenduen abiaduraren grafikoei arretaz begiratuta, zera ikusi daiteke. Saiakera normalarekiko lesio saiakerak mugimendu desberdin bat gauzatzean artikulazioko graduazioen abiadura ere aldatu egiten dela. Oin zolan bermatzen den grabitate zentroaren bektore bertikalaren ibilbidearen konparaketa ere gauzatu ahal dugu goiko grafikoa erreparatuz. Bertan, eskuin oinak nola jasaten duen indar hori ikusi dezakegu.

0.32 segundotan jasaten den ibilbide honetan, ikusi daiteke lehengoko momentutik aurrerantzago doala grabitate zentroaren pisua lesio eredian saiakera normalean baino. 0.02 segundotan parte distalerantz gehixeago

urreratzen den direkzio bat hartuz. Eta goiko grafikoarekin erlazionatuz, segundo horretan gehiegizko inbertsio bat jasaten dela ikusi dezakegu.

Hortaz, 0.02 eta 0.04 segundoen artean aurrerago zegoen aurrerapen hori berdindu egiten da. Hortik, 0.08 segundora arte dagoen ibilbidearen norantza ere desberdina da bi saiakeretan, saiakera normala barrurantzago baitoa eta lesio eredu berriz alde distalerantz urreratuago linea bat osatzen.

Momentu horretan ordea (0.08 segundoan), alde distalerantz irtengune bat egiten du eta berriz egindako ibilbide beretik bueltatzen da 0.16 segundora arte. Momentu horretan, saiakera normala baino inbertsio eta barrurantzko errotazio gehiago eskuratzen duela argi ikusten da. Beraz, momentu horretan jasango du orkatilak inestabilitate gehien.

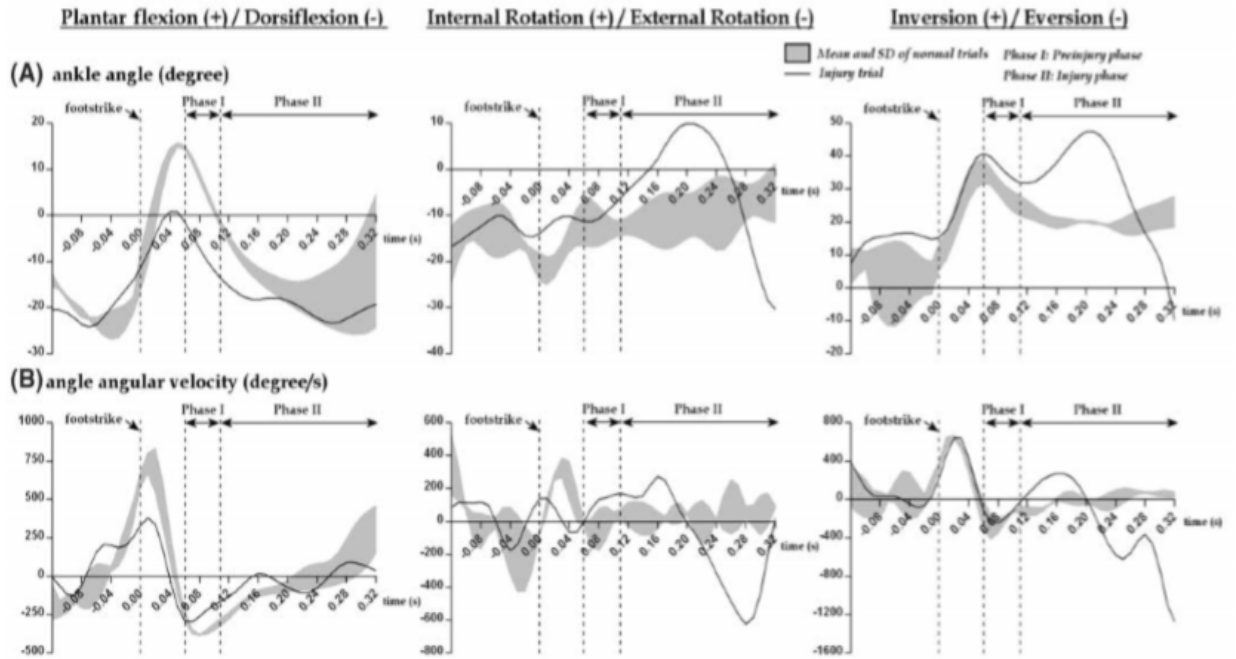
Ibilbide naturala berriz eskuratzekoan, 0.22 segundora arte oinaren puntarantzko abiadura handitu egiten da, barrurantzko errotazioak eta inbertsioak lagunduta. Eta 0.24 segundoan, grabitate zentroa barrurantz mugitzen da metatarsoetatik pasatuz atzerantzko direkzio apur batekin.

Tarte horretan ikusi dezakegu kanporantzko errotazioa eta ebetsio mugimenduak angeluazio aldaketa nabaria jasaten dutela. Azkenean, kanporantzko errotazioan 30° inguruko eta ebetsioan 10° inguruko balioak lortuz.

BIHURRITUAN LORTUTAKO ABIADURA ANGELUARRA:

Lehenik eta behin, kinematikaren atal hau azaldu aurretik, esan beharra dago abiadura angeluarra, izenak esaten duen lez angeluazioarekin oso lotuta dagoela. Hau da, bi kontzeptuek elkar eragiten dute, hots, abiadura angeluar bat existitu dadin angeluazio aldaketa bat beharrezkoa delako.

Hori behin azalduta, grafikoa interpretatzeko beharrezko datuak azalduko ditut. Izan ere, grafikaren marrazki berdinean erlazionatuta dauden edo elkar antagonistan diren bi mugimenduren abiadura marrazten da.



Laburki, eta zehatz azalduta, 0°/s-ko marrantik aldentzen den heinean abiadura angeluarra handiagoa izango da, eta hurbiltzean berriz, mugimendu direkzional horren abiadura moteltzen joango da.

Abiadura angeluarra 0 baloretik alde batetik bestera pasatzean, horrek adieraziko du mugimenduaren direkzio aldaketa bat gertatuko dela. Hau da, adibidez flexio plantarraren balio positiboetatik negatiboetara pasatzean, dorsiflexioa gehituko da flexio plantarra laburtuz.

Abiadura angeluarraren analisi hau gauzatzeko, mugimenduetan banatuko ditut hobeto ulertzeko:

FLEXIO PLANTARRA / DORSIFLEXIOA:

Hasteko, saiakera normala baino abiadura angeluar gutxiago eskuratzen du dorsiflexioan eta bermera arte flexio plantarra geldoago gauzatzen da. Horretaz gain, aipatzekoa da bermatzean lortzen den impaktuaren abiadura angeluarra nabarmen motelagoa dela. Balio txiki horiek orkatilaren prestutasuna kolokan jartzen dute.

Flexio plantar maximoa lortu ostean (lehenengo fasetik aurrera), ikusi daiteke norantza angeluar horretan abiadura aurreratuago doala normalarekiko. Eta

azkenik dorsiflexioaren abiadura angeluarraren balioetan bukatzen du lesio ereduak.

BARRURANZKO - KANPORANZKO ERROTAZIOA:

2. fase hasierara arte ikusi dezakegu angeluazioaren balioak zeharo aldentzen direla saiakera normalarekiko, beraz, abiadura angeluarrak ere gora-behera antzekoak lortzen ditu. Bariantza horiek ez dira hain nabarmenak azken fase honetara arte. Izan ere, 0.20 ms-an lortzen den barruranzko errotazioaren angeluazio maximoaren ostean ($10^{\circ}/s$), kanporanzko errotazio abiadura bortitza gauzatzen da $600^{\circ}/s$ baino gehiagoko balioak lortuz.

Erreakzio hori gorputzaren erreflexua da, gehiegizko angeluazio hori saihestu nahian, eta desorekak sortutako pisu aldaketa horrek abiadura angeluar aldaketa bortitza eragiten du, artikulazioaren estruktura kaltetuz.

INBERTSIO-EBERTSIOA:

2.fasera arte abiadura angeluar normalaren parametroen barruan sartzen da, baina momentu horretan gehiegizko inbertsio abiadura gauzatzen du inbertsioaren angeluazio maximora helduz. Eta horren ostean, ebetsio abiadura zeharo handitzen da ondulazioekin $1200^{\circ}/s$ baino gehiagoko balioak lortzera heldu arte.

Mugimendu honetan ematen dira abiadura angeluarraren baliorik handienak, honek orkatilako lotailu lateralen zurruntasuna arriskuan jarriz.

KONPARAZIOAREN DISKUSIOA ETA ONDORIOAK:

Saiakera normalean, oina kanporantz errotatuta eta pixka bat inbertsioan egon zen lurreratzean. Horrela, oina eta lurzorua erabateko kontaktu azalera lortu zen momentu horretan. Bihurrituaren kasuan berriz, oinak inbertsio gehiago zuen lurlean bermatzerako orduan. Beraz, gehiegizko inbertsio hau bihurrituaren kausetariko bat izan zitekeela deduzitu dezakegu.

Beste artikulu edo analisisiekin ez-adostasunean, oraingoan ez zen flexio plantarra aurkitu, baizik eta dorsiflexioa gauzatu zen azkenengo saiakera honetan. Beraz, aurreko sinesmen hori, hau da, orkatilako bihurritua gauzatzerako orduan flexio plantar bat egon behar dela, funtsezkoa ez dela ondorioztatu da.

Horretaz gain, ikerketa honetako 4. saiakeran (lesionatzen den saiakeran), lurreratzean izandako flexio plantarra eta gero, 0.06 segundoan dorsiflexioa hasten da presio zentroa aurrerantz aldatuz. Momentu horretan, oinaren orpoak pibotatuz barneranzko errotazioa gauzatzen du, eta oinaren erdialdean zegoen presio zentroa alde distalerantz (kanpoaldera) aldatzen da, eta lurzoruak gauzatzen duen kontrako erreakzio indarraren puntu edo azaleratik aldentzen da (presio zentrotik). Hortaz, hegalekoranzko (kanpoalderako) presio aldaketa hori ere bihurrituaren kausetariko bat dela esango genuke.

Konparazioarekin atera ditugun ondorioekin segika, 0.11 segundoan orkatila arrisku egoeran sartzen da oina inbertsioan eta barruranzko errotazioan dagoenean. Momentu horretan ATFL lotailuek (kolateral distalek) sufritzen dute. Izan ere, perone hezuraren tuberkuluan txertatzen diren lotailuek, rol garrantzitsua betetzen dute oinaren pronazio-ebertsioan, hau da, oinaren supinazio eta inbertsio mugimenduak ekiditen.

Ikerketa batzuek diotenez (Konradsen & Ravn, 1991) peroneko lotailu hauen erreakzio abiadura (egoera honetan, noski) 55 eta 80 milisegundotakoa da. Orduan, peronearen muskuluen inaktibitatearen kausa izan daiteke.

Beraz, deduzitu ahal daiteke, peroneko muskuluak lesio aurreko fasean ez daudela oraindik aktibatuta, hau da, 0.06 segundotatik 0.11 egundura (2. fasea).

BESTE BIHURRITU KASU BATEN ANALISIA:

Esperimentu honetan futbolari gazte (23 urte, 1,83 m eta 75 kg) batek biomekanika aztertzeko frogetan gauzatutako bihurritu baten datuak ditugu. (Gehring, Wissler, Mornieux, & Gollhofer, 2013)

Gazte honek aurrerago bihurrituak eduki zituela adierazi zuen, lesio honek arazoak eman zizkiola baieztatuz.

Froga, futbol zelai artifizialean egin zen futboleko zapatila desberdinekin. Eta bertan, futbolariak 3 mugimendu mota egin zituzten 5m/s-ko abiadura konstantean korrika eginda. Korrika eta gero egindako direkzio aldaketaren ostean, 3 mugimendu motetatik zein egin behar zuten esaten zitzairen kolore desberdinetako argiak erakutsiz hausaz. Lehenengo mugimendu mota 45^o-ko angelua zuen bermea zen (alboranzko direkzio aldaketa), bigarrena aldiz, 180^o-tako bira bat (direkzio aldaketa oso bat eginez, berriz etorritako direkziara joanez) , eta hirugarrena, -20^o-tako iskin bat zen.

Futbolari gazteak akzidentalki 17. saiakeran egin zuen orkatila bihurritua 180^o-tako bira gauzatzean. Medikuen azterketaren ostean, ez zela hain bihurritu larria izan ondorioztatu zuten.

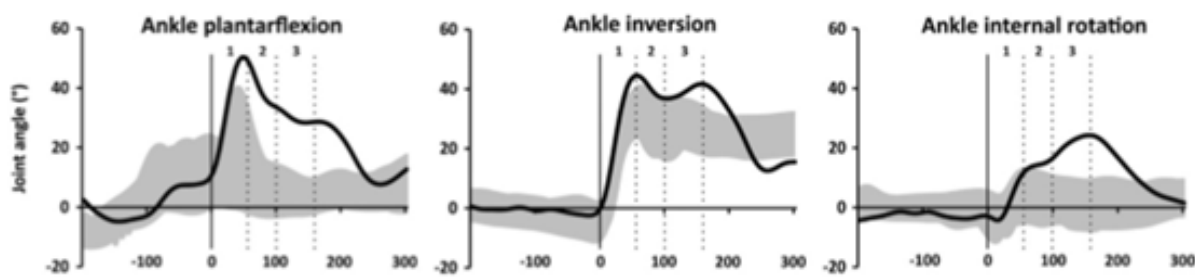
Saiakeren analisia modu egokian aztertzeko, pelbisean eta ezker hankan markak jarri zituzten argi islatzaileekin, gerrialdea, belauna eta orkatila identifikatzea erresago izateko. Teknologia garatuarekin grabatu zituzten froga hauek. Eta artikulazioen angeluazioa ere Wu eta Bere kolaboratzaileek 2002an erabili zuten sisteman bermatu ziren. Abiadura angeluarra berriz, angeluazioen informazioa erabiliz polinomioen lehen deribatuak eginez kalkulatu zuten. Azkenik, artikulazioen norabidea eta lurzoruaren erreakzio indarra, 4. Butterworth filtroarekin kalkulatu ziren.

Horietaz gain, aurreko peroneoa, aurreko tibiala, soleoa, gastrognemio laterala, basto laterala eta biceps femoral muskuluen aktibitatea elektromiogramaren bidez kalkulatu ziren.

ORKATILAREN MEKANIKAREN KONPARAZIOA AURREKO IKERKETAREKIKO:

Ikerketa honetan ere, aurretik ikertu dugun bihurrituaren antzeko balioak lortu ziren kinematikari jarraiki. Baina ez ziren guztiz berdinak izan, izan ere, bihurritu hori gauzatutako mugimenduak desberdinak izan ziren, direkzio aldaketaren helmuga desberdinekin (batak alboranzko mugimendua egin behar zuen, eta besteak 180°-ko bira). Beraz, esan beharra dago ikerketa honetan gauzatutako mekanika aurrekoaren desberdina izan zela hein handi batean.

Horretaz gain, ikusi ahal daitekeen lez, faseak desberdinak dira. Laburki azalduta, hankaren berme momentua 0 ms-tan izango zen, non flexio plantarra nabarmen hasten den; 1 fasea orkatilaren plantarflexio maximotik aurrera hasten da; eta 2. fasea aldiz, orkatilaren inbertsio piko negatibotik aurrerakoa izango litzateke.

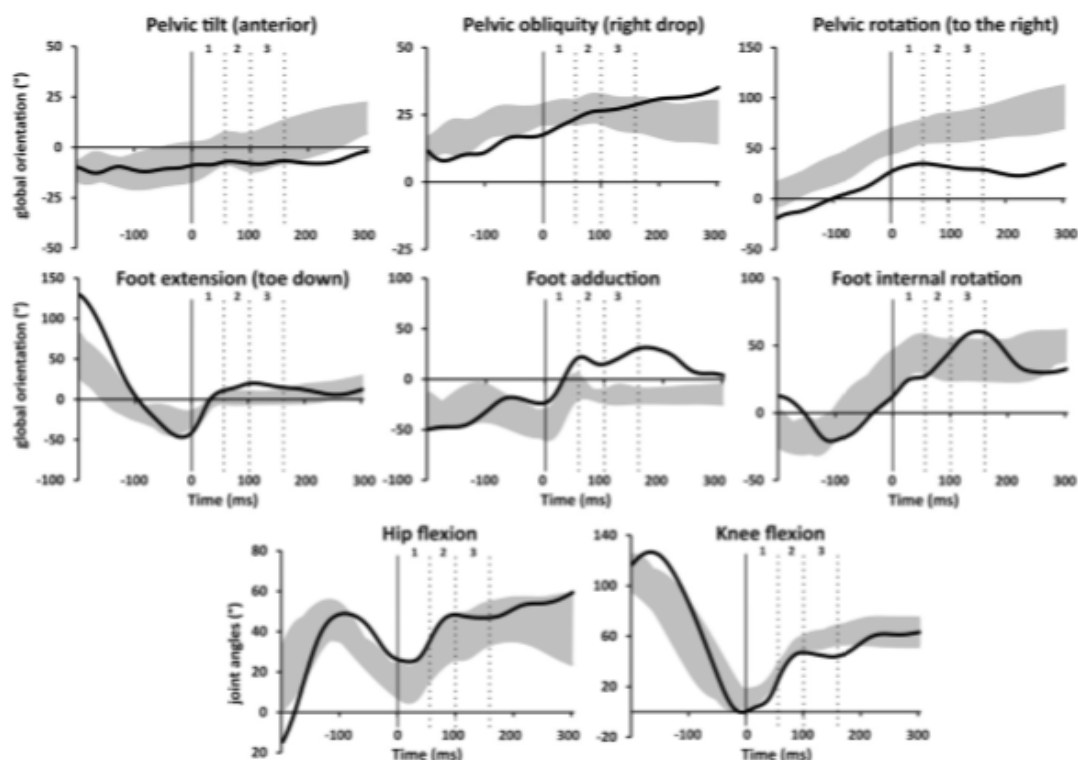


Orkatilan neurtu ziren abiadura angeluarrak honako balio maximoak eman zizkigun: 1240°/s flexio plantarrean, 1290°/s inbertsioan eta 580°/s barruranzko errotazioan.

GORPUTZEKO ATALEN MUGIMENDUA:

D. Gehring et al. / Journal of Biomechanics 46 (2013) 175–178

177



(Gehring, Wissler, Mornieux, & Gollhofer, 2013)

KONTAKTUAREN AURRETIK:

Grafikoetan azertu ahal dugun lez, pelbisean aldaketa batzuk nabarmentzen dira berme unea baino lehen. Kasu honetan, pelbisaren bira atzeratuta doa mekanika normalarekiko, ezkerreko aldera biratuta izatetik eskuinerantzko norantza gauzatuz. Beraz, ikusi ahal dugu berme puntuan izan behar duena baino gutxiago biratuta dagoela.

Ezberdintasun horrek gerriaren gehiegizko estentsioa eragingo du hasieran, esan bezala gerraldeak postura ez-ohiko bat hartuz, berrmean gerria saiakera normala baino pixka bat flexionatuago izateraino.

Belaunaren mugimenduak erreparatzen baditugu ere, berme aurretik ez-ohiko mugimendu bat egiten duela ikusi dezakegu. Berme puntua baino aurretik bere balio maximoa lortuz flexioan. Baina kontaktu puntura aldez, gehiegizko estentsio batekin heltzen da. Eta horri gerriaren gehiegizko flexio bat gehitzen

41

badiogu, ondorioztatu ahal dezakegu bermatzean orpoaren kontaktu bortitz bat gauzatzen dela.

Beraz, konklusio berezi bat atera dezakegu ikerketaren parte honetatik bereziki. Hau da, pelbisa, gerria eta belauna kontaktuaren aurretik desbideratuta daudela. Beraz, balio normaletan ez egote horrek, bihurrituen etiologia (jatorria) orkatilako artikulazioan gauzatzen diren mugimenduekin soilik lotuta ez dagoela esan dezakegu. Hau da, orkatilaz gain, gorputzeko beste atalen mugimenduek ere erlazio bat dutela bihurrituaren mekanika horretan.

BERMEAZ GEROZTIK:

Hanka behin lurzoruarekin kontaktuan jartzean, pelbisean mugimenduaren noranzkoa aldatzen dela ikusi daiteke. Izan ere, ez da gehiago eskuinerantz biratzen, beraz, pisua hanka horretara pasatzearen mugimendu natural hori ez da gauzatzen, eta pelbisak ezkerralderanzko gako bat egiten du. Horretaz gain, eskuin aldea jauziago dagoela ikusi dezakegu, mugimenduaren bigarren fasean bereziki.

Gerriaren mugimendua aldiz, parametro normalen barruan sartzen da, baina flexio handi bat jasanez. Bigarren fasearen hasieran, gora-behera nabarmen bat gauzatzen duela ikusi dezakegu, angeluazioa mantenduz.

Eta belaunaren inguruan, flexio normaltzat hartuko genuke, bigarren fase hasieran ikusi dezakegun gora-behera hori kenduta.

Orduan, datu hauek aztertzeke asmotan, bermeaz geroztik bigarren faseko lehenengoko zatian ikusi ahal dugu aldaketa nabariena. Gehien bat gerria eta belaunaren mugimenduetan. Eta mugimendu horiek orkatilako addukzio eta barruranzko errotazioei lotuta daude.

Hau da, ondorioztatu ahal dugu hanka bermatu ostean pelbisa, gerriak eta belaunak egiten duten mugimenduak, orkatilan jasaten diren gehiegizko addukzio eta barruranzko errotazioa gutxiesteko direla. Laburbilduta, orkatilaren lesionatzeko arriskuarengatik, gure gorputzak erreflexu bidez mugimendu

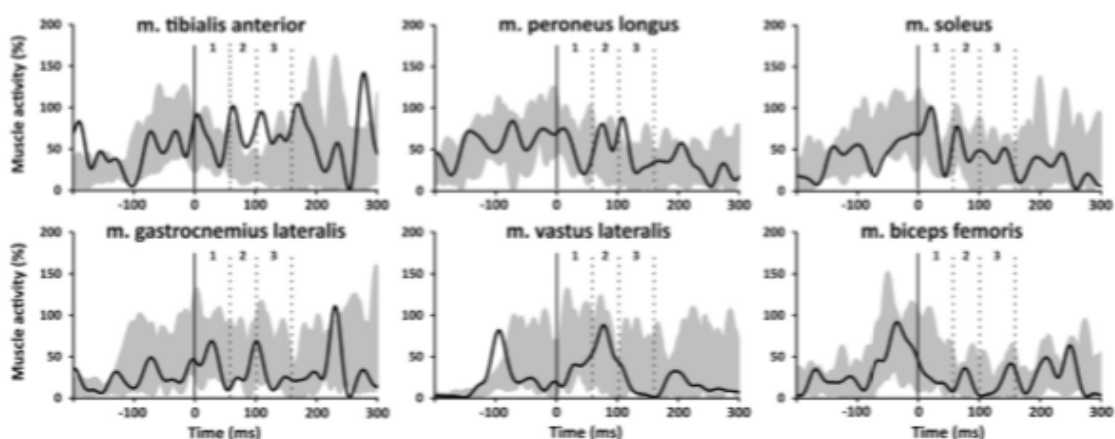
horiek egiten dituela orkatilan ahalik eta pisu gutxien bermatzen ahaleginduz, lesioa hain larria ez izateko.

ELEKTROMIOGRAMAREN DATUAK:

Elektromiograren bidez lortutako datuetan, ez da ikusten inolako aldaketarik nabarmenik dagoenik muskuluen aktibazioaren inguruan. Izan ere, datuei jarraiki, muskuluen aktibazioa aldizkakoa da, eta saiakera normalen grafikoan errore estandarra ikusirik (grafiko grisaren zabalera) ezin genezake ondorio zehatz eta egokirik atera.

Baina zerbait aipatzekotan, kuadrizepseko basto lateralaren eta aurreko tibialaren aurre aktibazioa aipatu beharko genuke. Ikusi ahal dugunez, belaunaren estentsioa eta orkatilako dorsiflexioan gehiegizko aktibazioa dago hanka lurzoruan bermatu aurretik.

Eta bermea gauzatzeko orduan, espero genuen lez orkatilaren artikulazioa maneiatzen duten muskuluetan aktibazio piko bat ematen da, aurreko tibialean, peroneo luzean eta soleoan bereziki. Artikulu honen arabera, aurreko tibialaren zapalkuntza 40m/s igotzen da, eta peroneo luzearena 44m/s-ko.



(Gehring, Wissler, Mornieux, & Gollhofer, 2013)

BIGARREN IKERKETA HONEN DISKUSIOA ETA ONDORIOAK:

Analizatutako ikerketa honen datuetatik ateratzen dugun ondorio nagusienetako bat, pelbisa, gerria eta belauna kontaktuaren aurretik desbideratuta aurkitzen direla da. Hau da, oina lurrean bermatu aurretik gorputzeko beste atalen mugimenduen patroiak desberdinak direla saiakera normalarekiko. Beraz, hanka lurrarekin kolpatzean sortzen den estimuluarekiko defentsa gisa soilik ez dira gauzatzen gorputzeko atalen mugimenduak. Honek esan nahi du bihurrituen etimologia edo jatorria ez duela soilik orkatilaren artikulazioak eragiten, hau da, orkatilaz gain gorputzeko atalek ere bermatze inestable horren sorkuntzan eragina daukatela.

Horretaz gain, gorputzeko gainerako atalen mugimenduen grafikoan ikusi daiteke pelbisaren eskuineranzko beherakada hori ez dela gauzatzen hain nabarmen lesio saiakeran. Kontramugimendu hori, orkatilaren lesionatzeko arriskuarengaitik egiten dela deduzitu daiteke, Gure gorputzak erreflexu bidez minutako orkatilan ahalik eta pisu gutxien bermatzen ahaleginduz. Baina argi ikusi daiteke, bere kausak ez direla gure ustezko helburuarekin lortzen, izan ere, kontrakoa gertatzen baita. Hau da , orkatilak inbertsio eta barruranzko errotazio maximoak gauzatzetik, ebetsio maximoa eta kanporanzko errotazio maximoa lortzera pasatzen baita denbora gutxian, orkatilako estruktura bortizki behartuz.

BIBLIOGRAFIA:

Arendt, E., & Dick, R. (1995). Knee Injury Patterns Among Men and Women in Collegiate Basketball and Soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(6), 694-701. doi:10.1177/036354659502300611

Barrett, J. R., Tanji, J. L., Drake, C., Fuller, D., Kawasaki, R. I., & Fenton, R. M. (1993). High- versus low-top shoes for the prevention of ankle sprains in basketball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 21(4), 582-585. doi:10.1177/036354659302100416

Balduini FC, Tetzlaff J. (1982). Historical perspectives on injuries of the ligaments of the ankle. *Clin Sports Med.* ; 1: 3-12

Baumhauer, J. F., Alosa, D. M., Renström, P. A., Trevino, S., & Beynnon, B. (1995). A Prospective Study of Ankle Injury Risk Factors. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(5), 564-570. doi:10.1177/036354659502300508

Beynnon, B. D., Renström, P. A., Alosa, D. M., Baumhauer, J. F., & Vacek, P. M. (2001). Ankle ligament injury risk factors: A prospective study of college athletes. *Journal of Orthopaedic Research*, 19(2), 213-220. doi:10.1016/s0736-0266(00)90004-4

Biomecánica del Cuerpo Humano. (n.d.). Retrieved from <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/book/view.php?id=164140&chapterid=621>

Bruce D. Beynnon; Darlene F. Murphy & Denise M. Alos. (2002). Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains: A literature Review. *Journal of Athletic Training*. 37 (4): 376 - 380.

Bryant-Greenwood, G. D., Bagnell, C. A., & Bathgate, R. A. (2009). *Relaxin and related peptides: Fifth international conference*. Boston, MA: Blackwell Pub. on behalf of the New York Academy of Sciences.

Carl G. Mattacola, PhD, ATC, Maureen K. Dwyer, MS, ATC. (2002) Rehabilitation of the Ankle After Acute Sprain or Chronic Instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4):41–429.

Dahle, L. K., Mueller, M., Delitto, A., & Diamond, J. E. (1991). Visual Assessment of Foot Type and Relationship of Foot Type to Lower Extremity Injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 14(2), 70-74. doi:10.2519/jospt.1991.14.2.70

Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1983). Soccer injuries and their mechanisms. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15(3), 267. doi:10.1249/00005768-198315030-00014

Ekstrand, J., & Tropp, H. (1990). The Incidence of Ankle Sprains in Soccer. *Foot & Ankle*, 11(1), 41-44. doi:10.1177/107110079001100108

Fong, D. T., Hong, Y., Chan, L., Yung, P. S., & Chan, K. (2007). A Systematic Review on Ankle Injury and Ankle Sprain in Sports [Abstract]. *Sports Medicine*, 37(1), 73-94. doi:10.2165/00007256-200737010-00006

Fong, D. T., Hong, Y., Shima, Y., Krosshaug, T., Yung, P. S., & Chan, K. (2009). Biomechanics of Supination Ankle Sprain. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(4), 822-827. doi:10.1177/0363546508328102

Garrick, J. G. (1977). The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains*. *The American Journal of Sports Medicine*, 5(6), 241-242. doi:10.1177/036354657700500606

Gehring, D., Wissler, S., Mornieux, G., & Gollhofer, A. (2013). How to sprain your ankle – a biomechanical case report of an inversion trauma. *Journal of Biomechanics*, 46(1), 175-178. doi:10.1016/j.jbiomech.2012.09.016

Glick, J. M., Gordon, R. B., & Nishimoto, D. (1976). The prevention and treatment of ankle injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 4(4), 136-141. doi:10.1177/036354657600400402

Hosea, T. M., Carey, C. C., & Harrer, M. F. (2000). The Gender Issue: Epidemiology of Ankle Injuries in Athletes Who Participate in Basketball. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 372, 45-49. doi:10.1097/00003086-200003000-00006

J. U. Biomecánica del Cuerpo Humano. (2015). Berreskuratua: <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/book/view.php?id=164140&chapterid=621>

Kaufman, K. R., Brodine, S. K., Shaffer, R. A., Johnson, C. W., & Cullison, T. R. (1999). The Effect of Foot Structure and Range of Motion on Musculoskeletal Overuse Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(5), 585-593. doi:10.1177/03635465990270050701

Konradsen, L., & Ravn, J. B. (1991). Prolonged Peroneal Reaction Time in Ankle Instability. *International Journal of Sports Medicine*, 12(03), 290-292. doi:10.1055/s-2007-1024683

Loram, I. D., & Lakie, M. (2002). Human balancing of an inverted pendulum: Position control by small, ballistic-like, throw and catch movements. *The Journal of Physiology*, 540(3), 1111-1124. doi:10.1113/jphysiol.2001.013077

Milgrom, C., Shlamkovitch, N., Finestone, A., Eldad, A., Laor, A., Danon, Y. L., . . . Simkin, A. (1991). Risk Factors for Lateral Ankle Sprain: A Prospective Study

Among Military Recruits. *Foot & Ankle*, 12(1), 26-30.
doi:10.1177/107110079101200105

Natus Medical Incorporated. (2015). Objective Balance Assessment & Dynamic Training Protocols. Berreskuratua:
http://www.natus.com/documents/015367A_SMART-BM_EN-US_lores.pdf

Olivera, G., Holgado, M., & Cabello, J. (2001). Lesiones deportivas frecuentes en atención primaria. *FMC - Formación Médica Continuada En Atención Primaria*, 8(5), 307-320. doi:10.1016/s1134-2072(01)75412-6

Publicado por Lic. Matías Sampietro Equipo Physical10 junio. (n.d.). Estabilidad Estática y Estabilidad Dinámica - Equipo Physical. Retrieved from <https://g-se.com/estabilidad-estatica-y-estabilidad-dinamica-bp-e57cfb26d42edd>

Rasmussen, O. (1985). *Stability of the ankle joint: Analysis of the function and traumatology of the ankle ligaments*. Copenhagen: Munksgaard.

Richard L. Drake, PhD, Wayne Vogl, PhD, Adam W. M. Mitchell, MBBS, FRCS, FRCR. (2005) Gray, Anatomía para estudiantes. 1ª edición de la obra original en inglés "Anatomy of students". *Elsevier Science*

Robertson, Kylie. Molloy, Liz. (2008.) Ankle Injuries Diagnosis and Management. *Modern athlete and coach.*, 22- 244.

Rubin, G., & Witten, M. (1960). The Talar-Tilt Angle and the Fibular Collateral Ligaments. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 42(2), 311-326. doi:10.2106/00004623-196042020-00010

Sitler, M., Ryan, J., Wheeler, B., McBride, J., Arciero, R., Anderson, J., & Horodyski, M. (1994). The Efficacy of a Semirigid Ankle Stabilizer to Reduce Acute Ankle Injuries in Basketball. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(4), 454-461. doi:10.1177/036354659402200404

Söderkvist, I., & Wedin, P. (1993). Determining the movements of the skeleton using well-configured markers. *Journal of Biomechanics*, 26(12), 1473-1477. doi:10.1016/0021-9290(93)90098-y

Surve, I., Schwellnus, M. P., Noakes, T., & Lombard, C. (1994). A Fivefold Reduction in the Incidence of Recurrent Ankle Sprains in Soccer Players Using the Sport-Stirrup Orthosis. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(5), 601-606. doi:10.1177/036354659402200506

Söderkvist, I., & Wedin, P. (1993). Determining the movements of the skeleton using well-configured markers. *Journal of Biomechanics*, 26(12), 1473-1477. doi:10.1016/0021-9290(93)90098-y

Tropp, H., Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1984). Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 16(1). doi:10.1249/00005768-198401000-00013

Tropp, H., Askling, C., & Gillquist, J. (1985). Prevention of ankle sprains. *The American Journal of Sports Medicine*, 13(4), 259-262. doi:10.1177/036354658501300408

Vitellas KM, Meuller CF, Blau NA, Verner JJ, Zuelzer WA. (1995) The role of stress radiographs for the severe ankle sprains: a 7-year prospective study. *Emerg Radiol* . , 2:339 - 344

Watson AW. (1999) Ankle sprains in players of the field-games Gaelic football and hurling. *J Sports Med Phys Fitness*.;39:66–70.

Vries, J. D., Krips, R., Sierevelt, I., & Blankevoort, L. (2003). Interventions for treating chronic ankle instability. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi:10.1002/14651858.cd004124

Zelisko, J. A., Noble, H. B., & Porter, M. (1982). A comparison of mens and womens professional basketball injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 10(5), 297-299. doi:10.1177/036354658201000507

Studylib.es. (2018). *Análisis sobre la laxitud ligamentosa en función de los niveles de*. Berreskuratua: <http://studylib.es/doc/7793329/an%C3%A1lisis-sobre-la-laxitud-ligamentosa-en-funci%C3%B3n-de-los-n...> [Accessed 31 May 2018].