



# **LASTERKETAN OINAREN INBERTSIOA ZUZENTZEKO PROGRAMA: FOKALIZAZIO ETA ORTESIEN ERAGINKORTASUNA**

---

GRADU AMAIERAKO LANA

**EGILEA: AGER ENBEITA GERRIKAETXE BARRIA**

**ZUZENDARIA: ENEKO FERNÁNDEZ PEÑA**

**1. DEIALDIA**

**22/06/2015**

## AURKIBIDEA

SARRERA .....	3
OINARRI TEORIKOA .....	4
BEHEKO ATALEN LERROKADURA OKERRAREN ONDORIOAK: .....	4
ORTESI EDO BARNE ZOLEN ERABILERA: .....	8
METODOA .....	13
EMAITZAK .....	20
ONDORIOAK .....	23
BIBLIOGRAFIA .....	28

## SARRERA

Lan honen helburu nagusia, izenburuak adierazten duen moduan, lasterketan oinaren inbertsioa zuzentzea izan da eta horretarako ortesien eraginkortasuna ebaluatu dugu, propiezepzioaren efektuak aztertzeaz gain. Horretarako, beheko gorputz ataletan azal markagailuak erabilia, korrika egiteko zintan grabaketa bat burutu dugu ondoren Kinovea softwarearen bitartez datuak Excel orri batean aztertu ahal izateko.

Ikerketa honekin lortu nahi genituen ondorio nagusia oinaren valgo deformazioan murrizketa bat izango litzakete baina ez dugu emaitza aipagarririk lortu hau defendatuko duenik. Ez ortesiekin ezta propiozepzioarekin ere ez dugu valgo angeluan aldaketarik ikusi, beraz ondorio nagusia bi zuzenketa programa hauen eraginkortasun falta izan da.

Aipatu behar da ondorio hauek emateko hipotesi ugari baloratu ditugula, hala nola, ortesi ezegokiak erabili izana eta entrenamendu okerra jarraitzea, eta azken finean arazo hauek ikerketan izan ditugun mugen ondorio izan direla nagusiki. Muga hauek denbora eta baliabide ekonomiko falta izan dira batik bat, eta horregatik ez ditugu material hoberenak erabili momentu bakoitzerako. Hala ere honek ez digu ikerketa aurrera eramatea ekidin.

Azkenik, justifikazio bezala esan beharra dago nik ikerketa hau egiteko arrazoi nagusia, nire buruarentzat erabilgarria den azterketa bat burutu nahi izan dudala ikuspuntu biomekanikotik. Nik valgo deformazio argi bat izanik, honen arrisku eta errendimenduan eskaini ditzakeen mugak ikusi nahi izan ditut eta hauei aurre egin. Gainera nire egoera berean dauden pertsonak erabili dezaketen zuzenketa programa bat burutu nahi izan dut, guztiek burutu ahal izango zutena denbora eta diru gastu handiegirik gabe. Ondorioak aztertu ondoren, agian hau ez da posible izan, esan bezala ez baitugu esperotako emaitzarik lortu, baina behintzat hainbat ondorio interesgarri lortu ditugula iruditzen zait.

## OINARRI TEORIKOA

### BEHEKO ATALEN LERROKADURA OKERRAREN ONDORIOAK:

Belauna giza gorputzean dagoen giltzadura mugikorren eta karga gehien jasaten duenetariko bat izanik, lesioen inguruko gertakizun askorekin lotzen da eta baita osteoartrosiarekin ere. Giltzaduraren zati distala gorputzaren grabitate zentroaren azpitik dagoenak, giltzadura tibio-femoralean konpresio karga handiak eragiten ditu. Karga hau gorputzaren pisua baino 4-7 aldiz handiagoa izaten da eguneroko jarduerak praktikatzerakoan, ibiltzean, korrika egitean eta eskailerak igotzerakoan adibidez eta jauziak egiten badira 24 aldiz handiagoa izatera heldu daiteke. Jarduera fisiko oldarkorretan ematen diren kondizio konbinaketak ordea, ez dira orain arte neurtu baina karga ikaragarriak sor ditzakete belauneko giltzaduran (Bendjaballah, Shirazi-Adl eta Zukor 1997).

Futbola, korrika eta eskia bezalako kirolak belaun giltzaduraren milaka lesioren erantzule bezala ikusi dira eta gainera endekapen prozesu desberdinekin lotzen dira meniskoaren urradurarekin adibidez, edo zehatzago esanez lotailuen min eta hausturekin. Jakina da belauneko lotailuek, honek mugimendu normala egin dezan laguntzen edo gidatzen dutela eta behar duen oreka eskainiz, tinkotasuna eta malgutasuna ematen diotelarik giltzadurari. Aurretik dagoen literaturan, belauneko lotailuen lesioak eragiten dituzten mekanismoak askotan eztabaidatu dira eta ondorioztatu da *valgo* oinak eragiten duen tentsio edo estresak, eta modu txikiago batean *varo* oinak eragiten duenak, neurri handi batean lesio kausa ohikoenak direla. (Bendjaballah et al., 1997).

*Varo* zein *valgo* egoera desberdinak aurkitu daitezke:

- **Oinaren aurreko aldeko *valgo*:** Oinaren deformazio estruktural bat deskribatzen du, non oinaren aurreko parteko oin zolaren irudia ebetsionatuta ikusten da.
- **Oinaren atzeko aldeko *valgo*:** Hau oinarrizko edo posizio estrukturalaren ebetsioa da oinaren atzeko partean.

- **Oinaren aurreko aldeko varoa:** Oinaren deformazio estruktural bat deskribatzen du, non oinaren aurreko parteko oin zolaren irudia inbertsionatuta ikusten da. Hau, oinaren aurreko partearen ez ohiko pronazio batekin konpentsatuta egon daiteke.
- **Oinaren atzeko aldeko varoa:** Hau oinarrizko edo posizio estrukturalaren inbertsioa da oinaren atzeko partean (Razeghi eta Batt 2000).

Kasu gehienetan, *varo* egoera aurkitu da eta hau gehiegizko pronazioaren lehen kausa dela esan daiteke. Emaitzek erakutsi dute baita, min edo molestia gehien sufritutako gorputzaren parte oinetan izan dela, belaunetan hain zuzen (Donatelli, , Conaway eta Pierre 1998).

*Varo* eta *valgo* oinaren errotazioan, belaun giltzaduraren erresistentziaz lotailu albokideak (alboko lotailu albokidea eta erdiko lotailu albokidea) arduratzen dira aurreneko neurri bezala. Jarraian lotailu gurutzatuak (aurreko lotailu gurutzatua eta atzeko lotailu gurutzatua) jarriko dira erresistentzia bezala eta bigarren plano batean kapsula artikularra. Horrela, gehiegizko *varo* zein *valgo* tentsioak alboko lotailu albokidean eta erdiko lotailu albokidean lesioak eragin ditzake eta gainera aurreko lotailu gurutzatua ere mindu dezake. Lesio hauek modu garrantzitsu batean handituko luke giltzaduraren laxotasuna horrela belaunak behar duen oreka arriskuan jarri (Bendjaballah et al., 1997).

*Varo* deformazioaren kasuan, berak soilik ez du oina suntsituko edo arazo larriegirik sortuko normalean, baina hau konpentsatzeko modua kaltegarria izan daiteke oinaren mekanika normal edo egokirako. Konpentsatze hori, giltzadura subastragalinoaren pronazio bezala ematen da. Gainera, konpentsazio honen ondoren, giltzaduraren pronazioak jarraitu egin ohi du eta honek gehiegizko pronazioa suposatzen du oin eta batez ere orkatilarentzat kaltegarria izanik (Donatelli et al., 1998).

Bestalde, ikerketa desberdinetako emaitzek erakusten dutenez, *varo* zein *valgo* lerrokadurak, hezur patelofemoralean arazo osteoartritikoak sortu ditzake. Arazoa bera sortu baino gehiago, eragina izan dezake patelofomarelean izango duen

kokapenean. Horrela, lerrokadura *valgoa* aurkitu da, belaunaren kanpoko zatian osteoarthritis patelofemorala duten parte hartzaileetan, baina ikerketa honek ezin du frogatu gaizotasun honek *varo-valgorekin* daukan erlazio honen norabidea, izan ere, posible da beste faktore batzuek belaunean estresa sortzea eta *varo-valgoa* bigarren mailako eragina izatea (Elahi, Felson, Engelman eta Sharma 2000).

Aurretik esan bezala, korrika egiterakoan giltzadura subastragalinoaren ez ohiko mugimendua belauneko lesioekin erlazionatu da baita ere. Iritzi desberdinak dauden arren, ez ohiko mugimendu honen ezaugarriak, belaunetako lesioen patogenesisian eragina izan dezaketela baieztatu daiteke. Autore desberdinak aztertuz, mugimendu honen kantitatea eta giltzaduraren gehiegizko pronazioa, korrika egitearen ondorioz sor daitezkeen lesioen inguruko literaturan gehien errepikatzen den deformazio edo anormaltasuna dela esan daiteke. Gainera, batzuek uste dutenez, pronazio horren abiadura ere kontutan hartu beharreko parametroa da (Van Woensel eta Cavanagh 1992).

Iradoki da baita ere, belauneko giltzadurak pronazioan duen indar momentua, belaunaren flexio eta extentsioarekin erlazioan, garrantzitsua izan daitekeela. Hala ere, oinaren atzeko aldea orokorrean, modu isolatu batean aztertu da eta ez gorputzaren beste beheko atalen mugimenduarekin batera (Bates, Ostemig, Mason eta James 1979).

*Varo* eta *valgo* egoerak oinetako bereziekin ere aztertu dira. Suposatzen da *varo* egoeran jarritako oinetakoek hurrengo eraginak dituztela: pronazioa eta inbertsioa murrizten dutela bermatze fasean eta muskulu inbertsoreen (atzeko tibiala, gastroknemioa eta soleoa) aktibazio mailak murrizten dituela baita ere. Aldi berean suposatzen da *valgo* egoeran jarritako oinetakoek egoera estandarraren alderantzizko efektuak dituela. Oinetako berezi hauekin aldeztu aurretik giltzaduran aldaketa zinetiko eta zinematikoak espero diren arren, orokorrean ez da emaitza aipagarriarik aurkitzen muskulu aktibazioari dagokionez (O'Connor eta Hamill 2004).

*Varo* eta *valgo* egoerak aurkezten dituzten oinetakoekin korrika egiteak, giltzaduraren zinetika eta zinematika aldatzen du. Lan negatibo handiago bat ikusi

daiteke plano frontalean korrika mugimendua aztertzen denean *va/go* egoeran. Honek adierazten du, energia handiagoa jasan edo xurgatzen dutela inbertsioa eragiten duten estrokturek. Energia hau jasan behar duten muskuluak aurretik aipatutako atzeko tibiala, gastroeknemioa eta soleoa dira. Hala ere, ez da aldaketa garrantzitsurik ematen muskulu aktibazio mailan aipaturiko estroktura baten ere ez. Honek iradokitzen du estroktura pasiboak energia absortzio horretaz arduratzen direla oinaren ebetsioa handia denean (O`Connor et al., 2004).

Aurretik proposatu da kanpoko muskulatura, zehatzago esanez muskulu inbertsoreak, oinaren atzeko partearen mugimenduak kontrolatzeko jarduten dutela. Proposaturiko beste ideia bat da muskulu hauek beraien aktibazioa aldatu dezaketela mugimendu patroia bat mantentzeko. Honek azalduko luke zergatik den horren zaila oinaren ohiko mugimenduak moldatzea interbentzioen bitartez. Oinaren kanpoko aldeko muskuluak ( aurreko eta atzeko tibiala, barne eta kanpoko gastroeknemioa, soleoa eta peronea) aspalditik oinaren mugimendu frontalaren kontrolarekin lotu dira. Muskulu horietatik aurreneko laurak izango litzateke inbertsioaz arduratzen direnak eta beraz suposatzen da hauek direla bermatze fasearen hasierako zatian ematen den pronazioari erresistentzia egiteaz arduratuko direnak. Hala baina, muskulu hauek korrika egiterakoan duten rol aktiboa ez dago batere argi (O`Connor, Price eta Hamill 2006).

Bestalde, ikerketetan lortutako emaitzek erakusten dute oinean izandako perturbazioen eraginez izandako lesio muskulutendinosoak, ez daudela oinaren pronazioa kontrolatzen duten muskuluen aktibitatea handitzearekin zuzenean lotuta. Honek adierazten du oinetan jasandako perturbazioak ez dutela adaptaziorik sortzen muskulu aktibazioan eta beraz ondoriozta daitekeela, posible dela ezaugarri pasiboak izatea lesioen mekanismoak gidatzeaz arduratzen direnak, aurretik esan den bezala (O`Connor et al., 2006).

Honi dagokionez garrantzitsua da gogoraraztea, beheko gorputz atalen lerrokaduran ematen diren bariazio txikiak ez direla korrika egiterakoan azaltzen diren lesioen faktore edo kausa garrantzitsuenak (Wen, Puffer eta Schmalzried 1998).

## ORTESI EDO BARNE ZOLEN ERABILERA:

Korrika egiterakoan sortzen diren lesio hauek murrizteko, aparatu ortopedikoak instrumentu eraginkorrek direla erakusten dute ikerketetan lortutako datuek. Hala baina, oraindik ez dago guztiz argi hau zergatik gertatzen den. Lesioa sortzeko arrazoi nagusiak hurrengoak direla esan daiteke: oinaren ebetsio eta ebetsio abiadura, tibiaren errotazioa handitzea, oinaren inbetsio momentuak gehitzea ... eta badirudi barne zola eta ortesiek hauengan dutela eragina. Horrela aparatu hauen funtzio garrantzitsu bezala kontsideratu daiteke orkatila eta belaunaren lesioen prebentzioa (Mündermann, Nigg, Humble eta Stefanyshyn 2003).

Arazo horiez gain, postura okerrarekin lotzen diren gorputzaren behe ataletako lesioak tratatzeko ere balio dutela ikusi da (Murley, Landorf, Menz eta Bird 2009).

Postura okerren adibide diren *varo* eta *valgoaren* kasuan, bost gradu baino *varo* edo *valgo* handiagoa duten pertsonetan tratamendu bat jarraitzea gomendagarria da, izan ere datu honek esan nahi du hanka edo beheko ataletan arazoak sufritzeko aukera dagoela (Eng eta Pierrynowski 1994).

Kasu horietan, barne zola edo ortesi bat jartzea erabakitzen denean, kontutan izan behar dira giltzadura subastragalinoaren mugimendu rangoa, honen posizio neutrala eta noski aurretik aipatu bezala deformazioaren graduazioa (Johanson, Donatelli, Wooden, Andrew eta Cummings 1994).

Urte askoan zehar barne zola eta ortesien erabilera defendatu da kirol zein beste patologia egoera batzuetan. Adibidez, hainbat kasu berezitan erabili dira: diabetesa duten pazienteetan, oin zuzenak dituzten pertsonetan, belaunetako osteoartritis konpentsatzeko eta oinaren erreumatika prebenitu zein tratatzeko. Kasu horiek aparte, barne zola eta ortesiak gehienbat kirol munduan erabiltzen dira, batez ere lesioak ekiditeko. Hauen erabilera kasu eta egoera desberdin askotarako gomendatzen da beraz (Nigg, Nurse eta Stefanyshyn 1999).



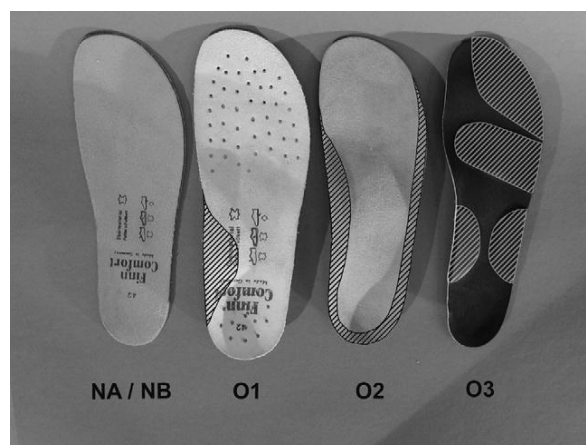
Barne zola eta ortesi hauen helburuak datu zientifiko eta esperientzian oinarritu daitezke, baina baita ohitura, sentsazio on edo pentsamenduan ere. Funtsean lau helburu edo onura nagusi bilatzen dira egitura hauekin:

- **Lesioen frekuentzia murriztea:** barne zola edo ortesia erabiltzeko arrazoi nagusienetako bat hau izan daiteke, lesio baten garapena ekidinez edo ohituraz eguneroko mugimendu batek eragin dezakeen lesioa sortzeko aukera murriztuz. Horrela, ikerketa desberdinek erakutsi dute mota honetako interbentzioek eragin positiboak izan ditzaketela. Datu zehatzagoekin esateko, barne zola eta ortesiak erabiltzen dituzten korrikalari edo orokorrean atleten %70-%80k emaitza positiboak aurkezten dituzte lesio prebentzio edo murrizketan.
- **Eskeletoaren lerrokatzea:** Kirol munduarekin erlazionatu diren lesio asko defizit biomekaniko baten ondorio direla ikusi da, eskeletoaren lerrokatze okerra bezala ematen dena. Oinaren gehiegizko *varo* edo *valgoa*, giltzadurek jasaten duten tentsio handiegiaren arrazoi direla ondorioztatu da hainbat ikerketetan, eta baita ziklo errepikakorretan eman daitezkeen lesioen arrazoi ere. Gainera, ez ohiko oinaren ebetsio eta tibiaren errotaioak hainbat sindrome sor ditzaketela iradoki da, adibidez giltzadura patelofemoralean mina. Hau ikusita ulertzen da zergatik den horren garrantzitsua oin eskeletoaren mugimendua zuzentzerakoan edo mugatzerakoan emaitzak onak eskaintzen dituzten egitura hauek erabiltzea.
- **Inpaktua leuntzea:** Kirol bat praktikatzerakoan izaten diren indar handiko inpaktuak murriztea edo leuntzea, ortesi eta barne zolen efektu onartuena dela esan daiteke. Kasu gehienetan, inpaktuaren indar murrizketa %10-%20koa edo zerbait txikiagoa izaten da. Murrizketa horren txikia izanda, behin baino gehiagotan pentsatu da agian honek ez duela lesio murrizketan gehiegi eragingo.
- **Erosotasuna:** Kasu batzuetan barne zola eta ortesiak jarduera fisikoan zehar erosoago sentitzeko erabiltzen dira. Hala ere, honen efektuak aztertzea ez da batere erraza izan ere erosotasuna aspektu subjektibo bat da eta. Horregatik, erosotasuna faktore oso garrantzitsua dela jakin arren, ikerketa oso gutxi daude erosotasuna eta barne zola edo ortesien inguruan (Nigg et al., 1999).

Barne zola edo ortesi hitzak esan nahi desberdinak ditu pertsona edo parte hartzaile bakoitzarentzat. Literaturak, ortesi mota desberdinak deskribatzen ditu hala nola, malgua, zurruna, erdi zurruna, funtzionala, biomekanikoa, energia zolak, silikonadun zolak... aukera guzti hauek ikusita, medikuak duda asko izan ditzake kasu edo deformazio bakoitzean zein erabili behar den esaterako orduan (Donatelli et al., 1998).

Formari dagokionez hainbat ortesi mota aurkitu daitezke:

- NA/NB: kontrol egoera, estandarra
- O1: Posting edo alboetako barne zola
- O2: Posting eta molding, hau da, albo eta atzekaldekoa batera
- O3: barne zola propiozeptiboak



1. Irudia: ortesi mota desberdinak (Stacoff, Kramers-de Quervain, Dettwyler, Wolf, List, etab. 2007).

Ortesiaren barne zein kanpoko aldean jartzen diren gehigarriak erabiltzen dira *varo* eta *valgo* kasuetarako, inklinazioarekin, eta hau oinean aurrerago edo atzerago jarri daiteke (bietan baita). Aurreko aldean jartzen denean, bermatze fasean oinaren zati honen egoera normaltzeko izaten da, hau da atzeko aldearekin bat joateko inbertsio edo ebetsio gabe (gehiegizko pronazioa kontrolatzeko); eta ordea atzeko aldean doanean, kalkaneoaren ebetsioa kontrolatzeko izan ohi da (Johanson, Donatelli, Wooden, Andrew eta Cummings 1994).

Ortesiaren formaz aparte, egitura osatzen duten materialen ezaugarriek (gogorra edo biguna) atletaren ohiko mugimenduan eragin dezakeela proposatu da behin baino gehiago. Horrela ondorioztatu da material bigunek modu negatiboan eragiten dutela mugimenduaren orekan, izan ere kirolariek biguntasun hau konpentsatzeko inpaktu momentuan egiten duten indarra handiagotzen dute oreka egoera normala bilatzeko. Modu berean, material gogorrekin egindako egiturek egoera ezegonkorrak eragin ditzaketela iradoki da bermatzea fasearen hasierako zatian. Guzti hau dela eta, orokorrean barne zola edo ortesiak aukeratzekoan, suposatzen da hobe dela gogorrak hautatzea, baina zola finarekin (Nigg et al., 1999).

Hala ere, lortutako beste emaitza batzuek iradokitzen dute, adibidez oinaren atzeko aldearen dinamikan gehien eragiten duen aspektua ortesia bera dela, hau da honen forma, eta ez konposizioa (MacLean, Davis eta Hamill 2009).

Horregatik eta guzti hau aztertu ondoren esan daiteke, barne zola eta ortesiekin indibiduo bakoitzean ematen diren aldaketak, pertsonaren propiozepzioaren eta oinaren barne mekanismoaren arabekoak izan daitezkeela eta beraz emaitzak desberdinak izango direla subjektu bakoitzean (Stacoff et al., 2007).

Beraz, lan honen helburua ortesi eta propiozepzio entrenamendu baten eraginak ikustea da. Jakin nahi da ea ikerketek defendatzen duten bezala, ortesiak bezalako egiturek beheko gorputz ataleko lerrokaduran dauden *varo* eta *valgo* deformazioak konpontzeko edo behintzat hauek sortzen dituzten lesioak prebenitzeko gai diren. Aldi berean, propiozepzio lanak zer neurritan eta nola eragiten duen ere aztertu nahi da arazo berdinen aurrean.

Hipotesi edo espero dugun emaitza, deformazio angeluaren murrizketa aipagarri bat izango da. Lehendabizi eta maila txikiago batean momentuko eragin kronikoek *valgoaren* murrizketa gradual bat erakutsi beharko lukete, eta gero hau aste bateko entrenamendu saioarekin batzerakoan, suposatzen da lerrokaduran ikusiko den deformazioa, ez dakigu zein mailatan, baina txikiagoa izango dela. Horrela ortesien erabilera defendatu ahal izango genuke gure ikerketan lortutako emaitzekin. Bestalde, propiozepzio lanaren bitartez ere *valgo* angelua murriztuko dela

entsatuz, arazoaren parte bat gure buru edo entsamenduarekin zuzendu ahal dela esango genuke. Hauek baina datu teorikoetan oinarritzen diren hipotesiak besterik ez dira.

## METODOA

Ikerketa honetan egin diren proba guztiak nik neuk aurrera eraman ditut parte hartzaile bezala. Ikerketaren prozesu guztiak UPV/EHUko etika komitearen onespena izan zuen, 2015eko apirilaren 21ean eman zigutena.

Nire korrika egiteko modua dela eta, argi ikusten da eskeletoaren beheko atalen lerrokaduran deformazio nabaria dudala, *valgo* oina hain zuzen. Hala ere, inoiz ez dut belaunekin lotutako arazo larriegirik izan nire 21 urteotan, txikitatik futbolera jolasteaz gain korrika egiten sarritan irteten naizen arren.

Esan bezala inoiz ez dut belaunetan arazorik izan, beraz orain arte ez dut ortesi edo egitura berezirik erabili. Horregatik, mota honetako egiturak erabili baino lehen, deformazioaren inguruko datuak lortzea egokia iruditu zait. Hasteko, abiapuntu bezala, goniometro baten bitartez oinetan dudana deformazioa neurtu dut (Fore foot measuring device, BikeFit (Kirkland, WA, Ameriketako Estatu Batuak)).

Deformazioa neurtzeko moduari dagokionez, pertsona etzanda jartzen da buruz behera toki altu batean, izan ere oinak ez du lurra ukitu behar. Goniometroaren zati laburrena orpazurdara bideratzen da, tresna orpoan kokatzen den bitartean. Hau egiterakoan, goniometroaren beste aldea oinera itsasten da ahalik eta zuzenen 2.irudian ikusi daitekeen bezala. Azkenik, zati zirkular hori oinean ondo itsastean, orratz antzeko horrek markatuko digu zein den pertsonaren deformazioa (*varo* edo *valgoa*) eta zein gradutakoa den. Beharrezkoa da tresna oinean ondo jartzea zehaztasunez jakiteko zer nolakoa den lerrokaduraren okertzea. Nire kasuan 11 gradutako *valgoa* aurkitu genuen, nahiko *valgo* handia (espero zen bezala) hain zuzen ere.



2.Irudia: Goniometro batekin *varo-valgoa* neurtzeko modua.

Hau ikusita, ortesi hauen erabilera probatzea egokia iruditu zait izan ere oinarri teorikoan aipatzen den bezala, *valgo* deformazioak arazo ugari sor ditzake gorputzean, batez ere belaunetan. Orain arte lesiorik ez izateak ez du ziurtatzen etorkizunean ez izatea eta belauna horren giltzadura garrantzitsua izanik, ez dut ezer galtzen egitura hauek probatuta. Gainera, hainbeste ikerketa ortesien inguruan egin ondoren, argi dago autore ugari gomendatzen dituztela. Hori gutxi ez balitz, hauek probatzeko azken arrazoia erosotasuna bera izan da, Nigg et al (1999) autoreek esaten duten bezala, batzuek bakarrik erosoago korrika egiteko erabiltzen dituzte eta.

Guztira lau test egin ditugu ikerketa honetan:

- T1: etxean eginiko barne zola batzuk erabilita, egoera estandarra, hauek barnean jarrita, kanpoan jarrita eta propiozepzioa neurtu ditugu.
- T2: barnean jarritako barne zolekin egindako aste bateko entrenamenduaren ondorengo efektuak neurtu ditugu, kontrol egoeraz gain noski. Entrenamendua 10 km-ko ibilbide bat izan da, asteen 3 aldiz errepikatu dena ahal den neurrian proban erabiliko den abiadura mantenduz.

- T3: berriz ere egoera estandarra alderatu dugu aste bateko propiezepzio lanaren eraginekin.
- T4: azkenengo proba honetan, etxean eginiko bi barne zola batera jarri ditugu eta aurreneko testean egin bezala, egoera guztiak neurtu ditugu.

Aurreneko bi testetan erabili diren barne zolak finak dira eta azkenengoa berriz beste gehigarri bat jarri genion ortesiaren efektuak nabarmentzen ziren o ez aztertzeko. Hemen daude erabilitako ortesien argazkiak, desberdintasunak ikusi ahal izateko:

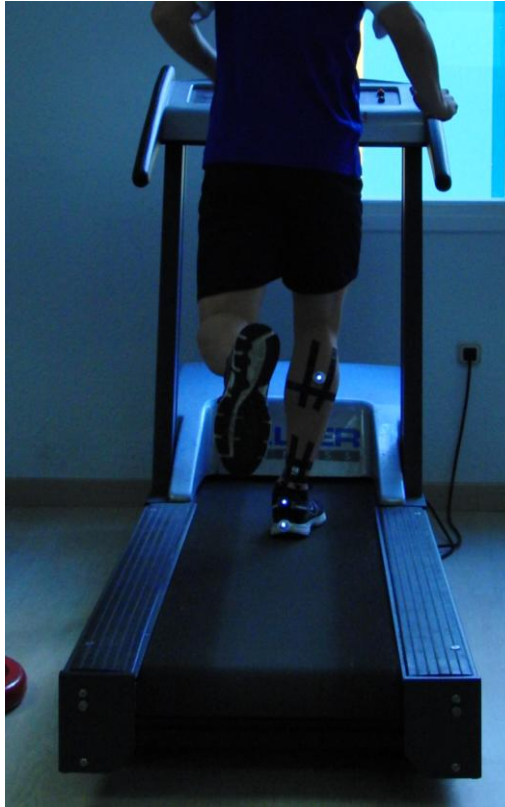


3. Irudia: testean erabilitako barne zolak ikusi daitezke bai goitik bai albotik, bigarren honetan erabilitako bi eredu desberdintasuna argi ikusi daiteke.

Esan beharra dago test guztiak korrika egiteko zintan egin ditudala 12 km/h abiadurarekin. Abiadura hau aukeratu dugu, Mündermann-en (2003) artikuluan irakurri baitugu beraiek probak 4m/s-ko abiadura egin zituztela. Badakigu hori 12 km/h baino abiadura handiagoa dela baina kontutan hartuta beraiek testak zirkuitu batean egin zituztela eta ez gu bezala korrika egiteko zinta batean, nahikoa iruditu zaigu 12 km/h abiadura egitea.

Testa grabatzen hasi baino lehen, beroketa bat egin dut eta ondoren, atzean pare bat metrotara jarritako kamera batekin grabatu da egoera bakoitza. Aipatzeko beste datu bat da egoera aldatzerakoan, hau da barne zola bat erabiltzetik beste batera pasatzerakoan 3-5 minutu inguruko adaptazio tarte bat egon dela, izan ere O'Connorrek (2006, 253. or.) esan zuenez: "parte hartzaileei bost minutuko adaptazio bat egitea gomendatzen da oinetako kondizio bakoitzarekin, tarte hau aurreko ikerketek justifikatzen baitute".

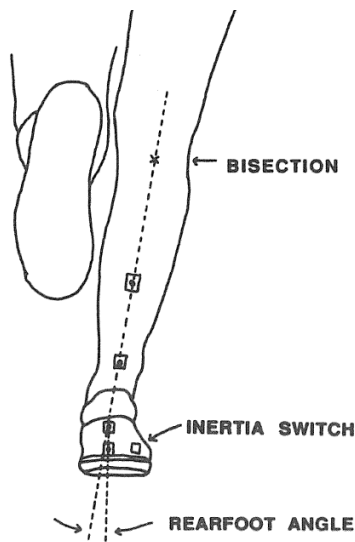
Esan bezala, korrika egiteko zintaren atzealdean kokatutako kamera batekin grabatu dugu proba bakoitza. Saio edo testak hasi baino lehen probazko grabaketak egiteaz gain, aldaera bakoitza bi aldiz grabatu da badaezpada. 10 edo 20 segundoko tarte bat grabatu dugu, kamerak duen mugimendua moteltzeko aukerarekin, izan ere 5 pausu jarraian grabatzea besterik ez genuen behar ondoren emaitzak lortzeko.



4.Irudia: korrika egiteko zintan eginiko grabaketaren adibidea.

Kamerarekin grabatutako bideoetatik emaitzak hartzeko moduari dagokionez, azalean jarritako markatzaileak erabili ditugu. Hainbat artikulutan beste neurgailu batzuk erabiltzea gomendatzen duten arren hauek korrika egiterakoan mugitu egin daitezkeela justifikatuz, ez dugu ez denbora ez baliabide ekonomikorik izan beste batzuk erabiltzeko, barne zolekin gertatu den bezala. Hala ere, ikerketa dezente aurkitu dugu guk erabilitako teknikan oinarrizten direna datuak lortzeko.





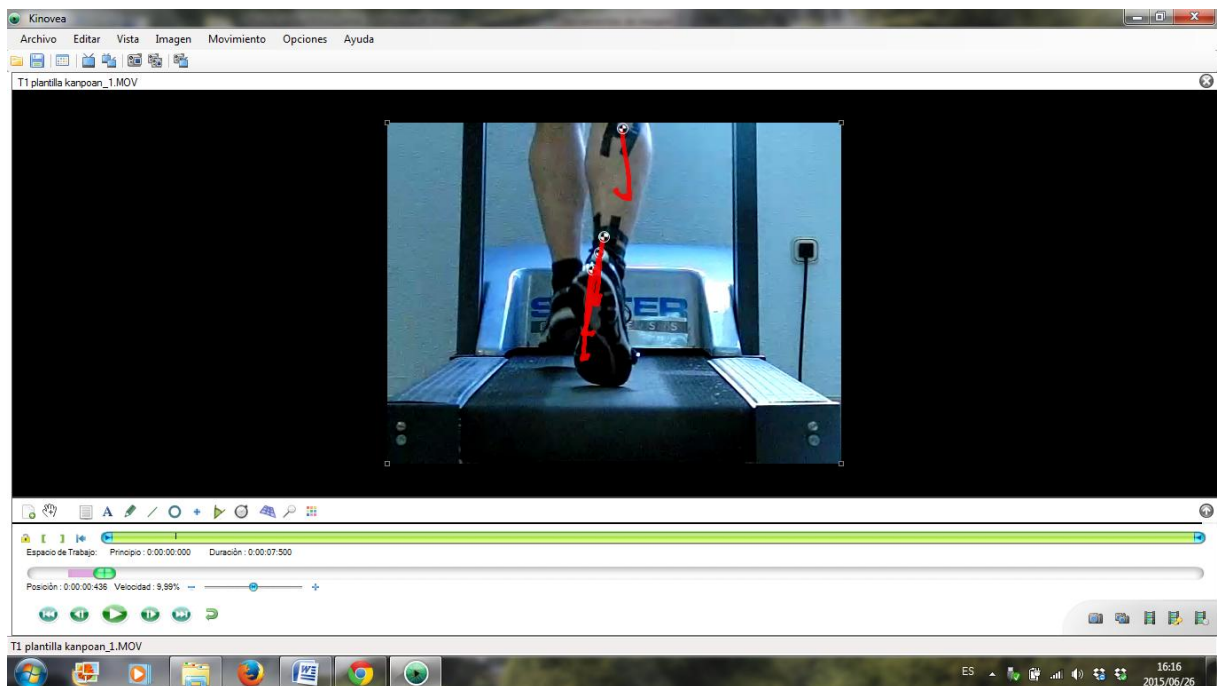
5. Irudia: markatzaileekin *valgo* angelua kalkulatzeko modua (Van Woensel et al., 1992).

Horietako lan bat, Van Woensel eta Cavanagh (1992) autoreena hain zuzen gida bezala erabiliz (aurreko irudian ikusten den bezala), neurrira egindako LED motako 3 argi-markagailu aktibo jarri ditugu oinaren atzeko partean: bi oinetakoan (bata zola parean eta bestea justu gainean, oinetakoa amaitzen den tokian) 6.irudian ikusten den bezala eta beste bat azkena bikiaren erdiko aldean. Esan beharra dago, hasiera batean orpazurdan ere LED motako markagailua jarri genuen hurrengo irudian ikusi daitekeen bezala, baina pare bat proba egin ondoren ikusi dugu ez zela batera ongi itsasten, korrika egiterakoan oinaren zati hau asko mugitzen baita eta izerdiak ere ez du batera laguntzen. Horregatik zinta itsasgarri islatzailea jarri dugu ordezeko bezala. Dudak izan ditugu hasieran pentsatuz agian honekin arazoak aurkituko genituela orpazurdaren ibilbidea jarraitzerako orduan, baina zorionez ez da inolako oztoporik izan.



6.Irudia: Erabilitako markatzaile eta hauen kokapenaren argazkia

Modu honetan, Kinovea softwarea erabiliz, proba bakoitzean elkarren segidako 5 pausu aukeratu dira eta aipatutako 4 markagailuetako ibilbidea 2D espazioan digitalizatu da bermatze fasean.



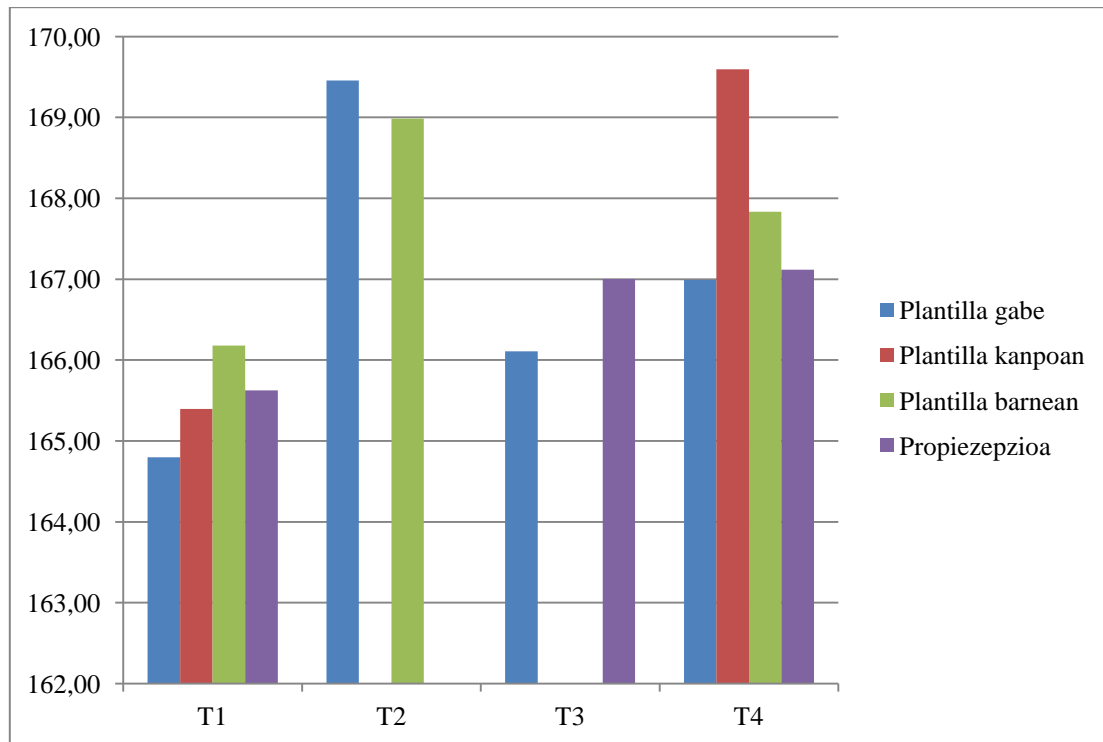
7.Irudia: Kinovea software-arekin markagailuen ibilbidearen jarraipena

Datu gordinak Excel-eko bereziki sortutako orri batera pasa dira bertan datu analisia egiteko, baina lehenbizi, datu hauek 4. mailako Butterwoth low-pass filtro digital batekin leundu dira. Datu hauekin batuz besteko *valgoa* kalkulatzeko, oinetakoan jarrita dauden bi markagailuak lerro zuzen batekin lotu behar dira eta berdin orpazurdan eta bikian daudenekin 5. irudian ikusten den bezala. Horrela, lortutako bi lerroak gurutzatzen direnean bien artean sortzen den angelua neurtzerakoan, momentuko *valgo* angelua aterako da. Excel taulak hau kalkulatzeko laguntzen du bermatze fase osoan zehar.

Horrela, datuen azterketa egiteko, elkarren segidako 5 pausu bakoitzaren *valgo* maximoa lortu da eta batuz besteko angelua eta desbiderapen estandarra kalkulatu dira test guztien egoera bakoitzaren emaitza bezala.

## EMAITZAK

Ikerketa honetan lortu diren emaitzak ez dira esperotakoak izan. Suposatzen zen ortesien eraginez *valgo* angelua aldatu egingo zela baina ez da horrela izan, neurri aipagarrian behintzat ez.



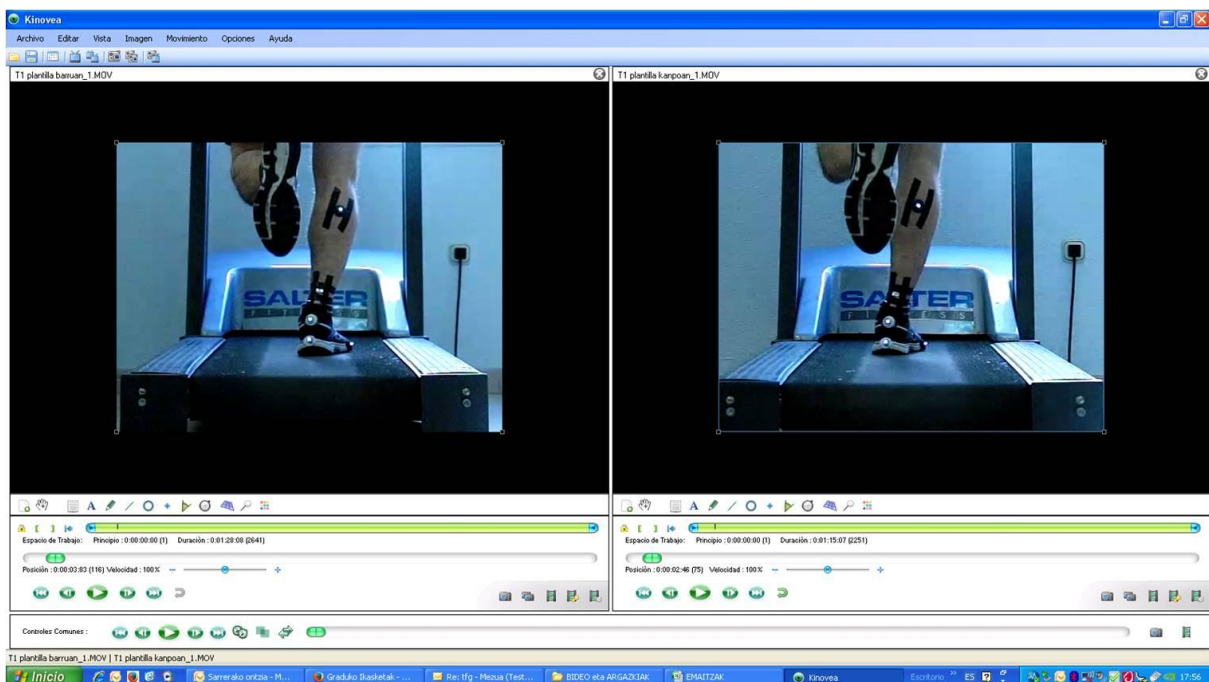
1.Taula: test bakoitzean lorturiko batz besteko *valgo* angelua egoera bakoitzerako.

Aurreneko testean, kontrol egoeran ikusi denez batz besteko *valgo*a bermatze fasean zehar 164,80 gradutakoa izan da. Baina barne zola barnean eta kanpoan jartzerakoan ez da aldaketa nabaririk izan, 165,40 eta 166,18 graduko media lortu baita hurrenez hurren. Propiozepzioarekin ere berdina gertatu da, 165,63-ko batz bestekoa ikusi baita, angeluan beherakada eman beharrean.

Bigarren eta hirugarren testetan lortutako emaitzek ere, lehenengo probekin ikusi den bezala, *valgo* berdina mantentzen dela adierazten dute egoera estandarra, barnean jarritako ortesiekin eta propiozepzioarekin konparatzerakoan. Gainera aurretik esan bezala, bi test hauetarako aste bateko entrenamendu bat jarraitu da ortesien emaitza kronikoak ikusteko helburuarekin, baina zenbakiak ez dute hau erakusten.

Azken proban, aurrenekoaren mekanika bera erabili da, baina ortesi bikoitz edo kasuan handiagoekin. Hala ere, lehenengo testean gertatu den bezala, ortesiekin lortutako emaitzak kontrol egoerarekin alderatzerakoan orokorrean ez da desberdintasun esanguratsurik aurkitu. Kontrol egoeran 166,99-ko batatz besteko angelua ikusi da eta bai barnean jarritako ortesiekin ( 167,83) bai propiozepzioaren bidez (167,12) antzeko *valgoa* eman da. Ortesia kanpoan jartzerakoan esan daiteke emaitza negatibo bat bai ikusi dela 1.taulan ikusi daitekeen bezala, *valgo* angeluaren batatz bestekoa 169,60-koa izatera iritzi baita. Hala ere ez dugu uste datu hau aipagarria denik, gainontzeko emaitzak ikusita ez baitu zentsu handiegirik.

Esan beharra dago hasiera batean lortutako datuak aztertzen hasi baino lehen ere grabaketetan ez zela aldaketa nabariegirik ikusten izan *valgoari* zegokionez. Horren adibide argia 8.irudia da, non barnean jarritako ortesiarekin egindako grabaketaren irudia kanpoan jarritakoarekin alderatzen den.



8.Irudia: ezker aldean oinaren bermatze fasea ortesia barnean jarrita eta berdina eskuinean baina kasu honetan hau kanpoan jarrita.

Irudi horretan baita ikusi daiteke nola *valgo* angelua aldatzen ez den arren, bi egoeretan bermatze fasean dagoen oinaren errotazioa ez den berdina izan. Eskuineko partean dagoen argazkian oinaren kanpo errotazioa pixka bat txikiagoa

dela ikusi daiteke ezkerrekoarekin konparatzen badugu. Hau ortesien zeharkako eragin bat izan daiteke beste hainbat iruditan ere berdina ikusi ahal izan dugu eta. Baina guri interesatzen zaigun parametroa *valgoa* denez, ez dugu errotazio hau aztertu.

## ONDORIOAK

Lan honen helburua, ortesi eta propiozepzio entrenamendu baten eraginak ikustea zen korrikalari baten oinaren *varo-valgoan*. Ikerketa desberdin asko irakurri ondoren, ortesiak erabiltzerakoan *valgo* angeluan murrizketa aipagarri bat espero genuen eta berdin propiozepzioarekin, baina hau ez da gertatu. Gainera, aste bateko entrenamendu saioekin oraindik aldaketa handiagoak itxaroten genituenean, berriz ere esperotako efektuak ikusi gabe gelditu gara. Emaidza hauek direla eta, hainbat ondorio atera ahal izan ditugu.

Hasteko, esan beharra dago emaitzak ikusita ateratzen den aurreneko eta ondorio nagusia, ortesi edo barne zolek ez dutela ezertarako balio izango litzatekeela, behintzat guk erabilitakoek ez. Izan ere, lau asteko proba horietan ortesiekin lortu diren emaitzak kontrol egoerarekin konparatzerakoan ez da desberdintasun aipagarrik ikusi bermatze fasearen batz besteko *valgo* angeluari dagokionez.

Propiozepzioarekin ere berdin gertatu da. Emaitzek ez dute inolako aldaketarik erakusten eta beraz bi ondorio atera daitezke: propiozepzioak eta honen inguruan eginiko lanak ez duela *varo-valgo* lerrokaduran eraginik, edota nik ez dudala hau ondo burutu.

Esan bezala, ondorio nagusia ortesien erabilerak ez duela eraginik izango litzateke, baina honekin ez dugu esan nahi hau kasu guztietan gertatzen dela. Ikerketa askoren emaitzek adierazten dute hau ez dela horrela eta ortesiak erabiltzen dituzten pertsonen ia %80ak eragin positiboak antzematen dituztela.

Beste datu interesgarri bat, ortesi hauek lan edo eragina izan duten momentua da. Hainbat ikerketa bat datoz ortesiek bermatze fasearen hasierako zatian lan egiten duten baieztapenarekin, hau da, oina kargatzen den momentuan eta orpoa aireratzen hasi baino lehen. Hau ortesien efektu mekaniko bat bezala interpretatzen dute beraiek (Stacoff et al., 2007; Mündermann et al., 2003). Gure emaitzak baina ez datoz bat honekin, izan ere, guk bermatze fase osoa aztertu arren, *valgo* angelua kontrol egoerakoaren berdin mantendu dela esan dezakegu eta beraz efektu hau ez

dela azaldu. Guzti honek ulertzera ematen du arazoa guk erabilitako barne zoletan egon daitekeela.

Aurreneko irudia gure ortesien irudiarekin alderatzerakoan, hau da hirugarren irudiarekin alderatzerakoan, argi eta garbi ikusten da ez dagoela konparazio punturik ere. Ikerketa honetan erabili ditugun ortesiak etxean eginikoak dira, eta ahal den neurrian ondo diseinatu ditugun arren, normala da emaitza desberdinak lortzea. Honen lehenengo arrazoia, egiturak zola osoa estali beharrea bakarrik erdia osatzen duela da (oinaren barneko aldea edo kanpokoa) ortesi idealek ez bezala, eta hasieran ondo kokatu arren, baliteke korrika egiterako orduan ortesia lekuz mugitzea, oso gutxi bada ere. Honek gorputzaren beheko ataletan lortu nahi den zuzenketa ez gertatzea ekarri dezake eta beraz emaitzetan esperotako ondorioak ez azalera.

Emaitzak ulertzeko kontutan eduki behar den beste faktore bat, barne zolara egokitzeko adaptazio denbora izan daiteke. Izan ere autore batzuek bost minutuko moldapen fase bat nahikoa dela defendatzen duten arren, beste informazio batzuek ez dute berdin uste. Izan liteke beheko gorputz atalek ortesira egokitzeko beharreko denbora handiagoa izatea eta horregatik ez egotea emaitza aipagarririk, hau da ortesiek ez dutela momentuko eraginik ondorioztatuko litzateke.

Aurreko teoriarekin kontrajarririk, ikusi da aste bateko entrenamendu saioek ere ez dutela inolako eraginik izan batzuek besteko *valgoa* murrizteko orduan. Ordea, orain dela urte batzuetako ikerketa batean ikusi daiteke, sei asteko iraupeneko interbentzio baten ondoren, beheko gorputz adarretako lesio sintometan hobekuntza bat ematen zela (MacLean, Davis eta Hamill 2008). Orduan, emaitza horiek ikusita, galdera izango litzateke ea benetan den emaitza falta hori egokitzapen denbora txikiaren ondorioa edo beste faktore batzuen menpe dagoen baita ere.

Baliteke baita aipaturiko entrenamenduak ez izatea egokiak modu honetako ikerketetarako. Guzti hau denbora faltagatik izan da, probekin lehenago hasi izango bagina, adaptazio denbora gehiago utzi ahal izango genuke, entrenamenduak hobe edo behintzat luzeagoak egiteaz gain. Hala ere esan beharra dago denboraren muga izango genuela bagenekiela hasieran eta horregatik izan dela gure helburu nagusia ortesien erabilera aztertzea, baina batez ere hauen momentuko ondorioak.



Esperotako emaitzak ez lortzearen beste arrazoi bat ortesiaren konposizioa izan daiteke. Autore batzuek beraien ikerketaren emaitzetan ikusi ahal izan dute nola ortesi bigunak askoz mugagarriagoak diren oinaren mugimendurako gogorrekin alderatzerakoan, izan ere ohiko mugimendua egitera behartzen du oina, aldaketak egotea ekidinez. Bigarren hauek ordea, oinaean bariazio pertsonalago bat gertatzea ahalbidetzen dute, parte hartzailearen arabera aldaketa bat edo beste emango delarik honen beheko atalen mugimenduan (Nigg, Khan, Fisher eta Stefanyszyn 1998).

Esan bezala, hainbat ikerketak diote barne zola egokienak egitura gogorra dutenak izango litzatekeela, eta beraz guk erabilitakoak agian bigunegiak izan direla ondorioztatu dezakegu. Zola bigunegia izaterakoan, baliteke proban zehar bermatze fasean oinaren inpaktu indarra dela eta, ortesia zapaltzea oreka lortzeko normalean baino indar gehiago egin behar baita. Hori dela eta, ortesia zapalduta gelditzen bada, honek *valgoan* duen efektua guztiz edo behintzat parte handi batean deuseztatu egingo da. Agian beste mota bateko barne zola gogorragoak erabilia, beheko atalaren lerrokaduran alterazio txikiak ikusteko aukera gehiago izango genukeen.

Hala ere, ez da ahaztu behar indibidualtasuna aspektu oso garrantzitsua dela ortesiaren efektuak aztertzerako orduan, hau da, ortesi berdinak ez duela eragin berdina izango pertsona guztietan. Hau aspaldiko ikerketa batetan ikusi daiteke, zeinetan emaitzek adierazi zuten, pertsona bakoitzaren erreakzioa ortesi bakoitzaren aurrean ezberdina izan zela (Nigg et al., 1998). Honen aldeko ideia asko atera dira urteak pasa ahala, adibidez, beste ikerketa baten ateratako emaitzek erakusten dute ortesien efektu ez sistematiko indibidualak testaren iraupen osoan zehar eman daitezkeela (pertsona bakoitzaren arabera denbora gehiago edo gutxiago behar izan du honetara egokitzeko), ordu bat baino gehiagokoak direnak (Stacoff et al., 2007).

Berdin gertatzen da ortesi forma desberdinak erabiltzen direnean. Suposatzen da, oinaren *valgo* deformazioa duten subjektuetan, barnean zein atzean jarritako barne zolen konbinazioa dela oinaren ebetsioa ongien murrizten duen metodoa baina aurreko paragrafoan esan den bezala, aldagai oso garrantzitsua da indibidualtasuna, beraz hau ez da pertsona guztientzat baliagarria izango. Agian forma hori duten barne zolak erabili beharrean (guk erabilitakoak gutxi gorabehera horrelakoak izan

dira), beste bat izango litzateke egokia nire kasurako, izan ere indibiduo bakoitzean ematen diren aldaketak pertsonaren propiozepzioaren eta oinaren barne mekanismoaren arabekoak izango dira.

Aurreko datu honek adierazten du, orokorrean barne zola arruntak denak batera eta berdin produzitzen diren arren, ezin dela irizpide hau jarraitu ortesi pertsonalak egiterako orduan (Nigg et al., 1998). Horregatik, izan daiteke gure ortesiekin emaitzarik ez lortzea, hauek hautatu edo gure kasuan egiterakoan ez baitugu kontutan izan kasu honetan nire anatomia, morfologia... ezta beste edozein ezaugarri. Ikerketa gehienetan erabili diren ortesiak, parte hartzaileei neurrirra eginikoak izan dira eta hori dela eta hauen erabilera defendatzen duten ondorioak ateratzea askoz errazagoa izan daiteke.

Gai berdinarekin jarraituz, aipatzekoa da neurrirra eginiko ortesi edo barne zola hauek erabili ez dituzten ikerketa batzuetan, ez dela emaitza aipagarririk aurkitu egitura hauen eraginkortasunaren inguruan. Honek adierazten du, balitekeela gure datuak ondo egotea eta ortesi arruntek benetan ez izatea inongo efekturik korrika egiterakoan, oinaren mugimendua aldatzerako orduan. Hala ere, beste parametro batzuk ere kontutan edukitzea interesgarria izango litzateke aurreko ondorio hori baieztatu baino lehen, izan ere varo edo valgoa murrizten ez duten arren, pronazio edo supinazioan eragina izan baitezakete eta.

Emaitzak ikusita esan daiteke, test bakoitzean egoera estandarra aztertzerako orduan, aste bakoitzean kalkulatu den batz besteko *valgoa* desberdina dela eta beraz hau ortesien efektu bat izan daitekeela. Baina ondorio hori ez dugu atera, test guztietan markatzaile berdinak toki berebetean jartzen saiatu garen arren, posible izan baita kasu bakoitzean pixka bat gorago edo beherago jartzea hauek mantentzeko markak uzten bagenituen ere. Hurrengo batean ikerketa berdina edo antzekao egin nahiko balitz, kontutan hartu beharko lirateke beste mota batzuetako markatzaileak. Beste ikerketa batzuetan ere metodo berdina erabili duten arren, markatzaile horiekin guk izandako arazoa gerta daiteke eta egia esan, oso interesgarria izango litzateke aste bat edo gehiagoko entrenamenduaren ostean ikusi ahal izatea, ea ortesiek luzetarako efekturik duten eta hau zer nolakoa den.

Ilido berdinetik jarraituz, etorkizunean modu honetako ikerketa bat aurrera eraman nahi izango banu, aurretik esan den bezala, ortesi egokiagoak aukeratuko nituzke, oinetakoan hobeto egokitzeaz gain pertsonaren ezaugarriak kontutan dituzten horietakoak. Horrez gain, denbora gehiago izanik, ortesietara moldatzeko denbora luzatuko nuke eta berdin hauekin egindako entrenamenduekin. Aldaketa hauek eragindako emaitzek, eztabaida honetan ateratako ondorio asko hobeto ulertzea ahalbidetuko luketela uste dut. Gainera, beste hainbat parametro aztertzeke aukera baliatuko nuke ikerketa berriz egingo banu, adibidez ortesien luzetarako efektua edo oinaren errotazioa. Esan bezala, irudiek erakusten dute errotazioan agian aldaketak eragiten dituztela barne zolek eta beraz oinetakoaren kanpoko aldean markagailu bat jarrita, hau ere analizatzeko aukera egongo litzateke.

Denbora eta baliabide ekonomiko nahiko edukiko banu, testetan zehar albotik beste pare bat kamara jartzea ere interesgarria izango litzateke, zenbait ikerketetan ikusi ahal izan dugunez, beste ikuspuntu hauek emaitza oso interesgarriak eskaini ahal ditzakete eta. Horrez gain, baliabide guzti hauek edukita, probak atletismoko pista batean egin ahal izango lirateke, eta ez korrika egiteko zinta gainean, printzipioz hemen korrika egiteak muga handirik ezartzen ez duen arren

Guzti honekin ondorioztatu daiteke gure emaitzek ortesien eraginkortasuna defendatzen ez duten arren, kontutan eduki ez ditugun aldagai asko daudela eta agian materialak ere ez direla egokienak izan, beraz emaitza eta beraz ondorio hauek ez direla behin betikoak izango.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bates, B.T., Ostemig, L.R., Mason, B., & James, S.L. (1979). Functional variability of the lower extremity during the support phase of running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11, 328-331.
2. Bendjaballah, M. Z., Shirazi-Adl, A., & Zukor, D. J. (1997). Finite element analysis of human knee joint in varus-valgus. *Clinical Biomechanics*, 12(3), 139-148.
3. Donatelli, R., Hurlbert, C., Conaway, D., & St. Pierre, R. (1988). Biomechanical foot orthotics: a retrospective study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(6), 205-212.
4. Elahi, S., Felson, D. T., Engelman, L., & Sharma, L. (2000). The association between varus–valgus alignment and patellofemoral osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 43(8), 1874-1880.
5. Eng, J. J., & Pierrynowski, M. R. (1994). The effect of soft foot orthotics on three-dimensional lower-limb kinematics during walking and running. *Physical Therapy*, 74(9), 836-844.
6. Johanson, M. A., Donatelli, R., Wooden, M. J., Andrew, P. D., & Cummings, G. S. (1994). Effects of three different posting methods on controlling abnormal subtalar pronation. *Physical Therapy*, 74(2), 149-158.
7. MacLean, C. L., Davis, I. S., & Hamill, J. (2008). Short-and long-term influences of a custom foot orthotic intervention on lower extremity dynamics. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(4), 338-343.
8. MacLean, C. L., Davis, I. S., & Hamill, J. (2009). Influence of running shoe midsole composition and custom foot orthotic intervention on lower extremity dynamics during running. *J Appl Biomech*, 25(1), 54-63.
9. Mündermann, A., Nigg, B. M., Humble, R. N., & Stefanyshyn, D. J. (2003). Foot orthotics affect lower extremity kinematics and kinetics during running. *Clinical Biomechanics*, 18(3), 254-262.
10. Murley, G. S., Landorf, K. B., Menz, H. B., & Bird, A. R. (2009). Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: a systematic review. *Gait & posture*, 29(2), 172-187.

11. Nigg, B. M., Nurse, M. A., & Stefanyshyn, D. J. (1999). Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Medicine and science in sports and exercise*, 31, S421-S428.
12. Nigg B. M., Khan A., Fisher V., & Stefanyshyn D. (1998). Effect of shoe insert construction on foot and leg movement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 550-555.
13. O'Connor, K. M., & Hamill, J. (2004). The role of selected extrinsic foot muscles during running. *Clinical Biomechanics*, 19(1), 71-77.
14. O'Connor, K. M., Price, T. B., & Hamill, J. (2006). Examination of extrinsic foot muscles during running using mfMRI and EMG. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16(5), 522-530.
15. Razeghi, M., & Batt, M. E. (2000). Biomechanical analysis of the effect of orthotic shoe inserts. *Sports Medicine*, 29(6), 425-438.
16. Stacoff, A., Kramers-de Quervain, I., Dettwyler, M., Wolf, P., List, R., Ukelo, T., & Stüssi, E. (2007). Biomechanical effects of foot orthoses during walking. *The Foot*, 17(3), 143-153.
17. Van Woensel, W., & Cavanagh, P. R. (1992). A perturbation study of lower extremity motion during running. *International Journal of Sport Biomechanics*, 8(1).
18. Wen D.Y., Puffer J.C., Schmalzried T.P. (1998) Injuries in runners: a prospective study of alignment. *Clin J Sport Med*, 8 (3):187-94.