

Ez ibili korrika

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



G. ROA

Jende askori ez zaio gustatzen korrika egitea. Ez du egiten, ez bada larrialdi batean. Ahal bada, nahiago dute azkar ibili, baina badakite azkarrago joateko korrika egin behar dutela. Ez da erabaki arrazional bat, baizik eta gorputzak berak eskatzen dien aldaketa bat. Eta gorputzak zeren arabera erabakitzen du korrika hastea? Ikerketa asko dago kontu horren inguruan, baina galdera horrek ez du erantzunik oraindik.

EZ DAGO IBILTZEKO MODU BAKAR BAT. Poliki ibil daiteke, azkar ibil daiteke, baita oso azkar ere. Eta korrika ere egin daiteke. Baina korrika egitea ez da ibiltzeko modu bat. Beste mugimendu-mota bat da; azkar ibiltzea eta korrika egitea oso jarduera ezberdinak dira. Ibilketa atletikoan azkar ibiltzen dira atletak; maratoian, berriz, korrika egiten dute.

Bi kirolen artean, alde biofisiko handia dago. Izan ere, ibilketako epaileek jarduera horren ezaugarrietako bat erabiltzen dute partaide baten martxa ontzat hartzeko: ibiltzeak eskatzen du beti hanka bat lurarekin kontaktuan izatea, eta hori da ibilketa atletikoaren kondizio nagusia: atletak ezin ditu bi

hankak aldi berean airean izan. Hori korrika egitea litzateke, eta ibilketan debekatuta dago.

Biofisikariek ere erabiltzen dute hankak airean izatearen edo ez izatearen ezaugarria ibiltzea eta korrika egitea bereizteko. Gizakiak beti du hanka bat lurrean ibiltzen denean. Baita bi hankako animaliek ere. Lau hankako animaliekin, ordea, kontua ez zen hain argia. Zaldia, adibidez. Korrika egiten duenean (lauhazka dabilenean), lau hankak jartzen ditu airean aldi berean. Baina oso luze jo zuen horretaz jabetzeak. Argazkilaritza garatu zen arte, eztabaida bizia egon zen kontu horren inguruan.

Bi edo lau hanka izanda ere, ibiltzearen eta korrika egitearen arteko alde bakarra ez da hanken eta lurraren arteko kontaktua; gorputz osoaren mugimendua da. Are gehiago, ez da kontu mekaniko hutsa, baizik eta faktore askoren eraginaren ondorioa.

Faktore horietako bat energia da. Oso faktore garrantzitsua da: garrantzitsuenetako bat, esan daiteke. Horregatik, lokomozioaren oinarria aztertzeko, biofisikarien lehenengo urratsetako bat energia aztertzea da.

Alderantzizko pendulua

Energiaren ikuspuntutik, ibiltzea eta korrika egitea zeharo ezberdinak dira. Ibiltzean, hanka batek bultzatzen dio zoruari bestea aurreratzen den bitartean. Une batean bi oinak daude zoruari, eta zikloa bigarren hankarekin errepikatzen da. Mugimendu horretan, gorputzaren masa-zentroak alderantzizko pendulu baten antzera jokatzen du, hau da, buelta emanda dagoen pendulu baten ibilbideari jarraitzen dio masa-zentroak: puntu gorenean dago pertsonak hanka bat lurrean eta bestea pausoaren erdian dituenean; bi oinak lurrean dituenean, berriz, masa-zentroa puntu baxuenean dago. Puntu gorenean, gorputzak energia-potenziala du grabitateari esker, eta puntu baxuenean abiadura maximoa hartzen du ibilerak.

Energia-fluxu bat gertatzen da egoera batetik bestera: une bateko energia potentziala beste uneko energia zinetiko bihurtzen du gorputzak. Energia ez



DELLY CARR/TRIATHLON.ORG

Korrika egitean, gorputzaren masa-zentroa saltoka doa, eta, pauso bakoitzean, bote eginarazten zaio.

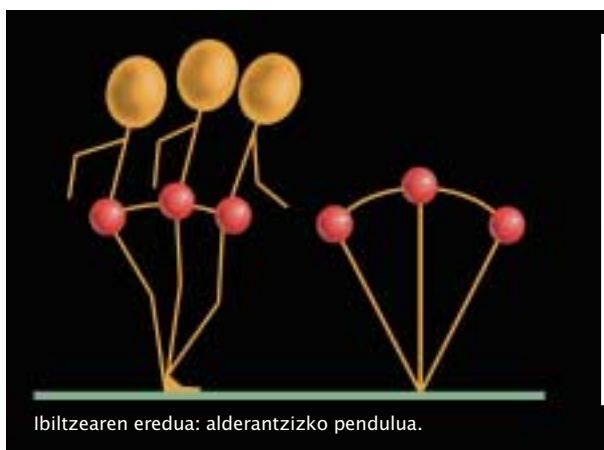
da % 100 kontserbatzen, besteak beste, belaunen flexioarengatik, baina energiaren % 60 kontserbatzen du gizakiak alderantzizko pendulari esker, gutxi gorabehera.

“korrika egitean, hanka osoak malguki batek bezala jokatu behar du, energia elastikoaz baliatzeko”

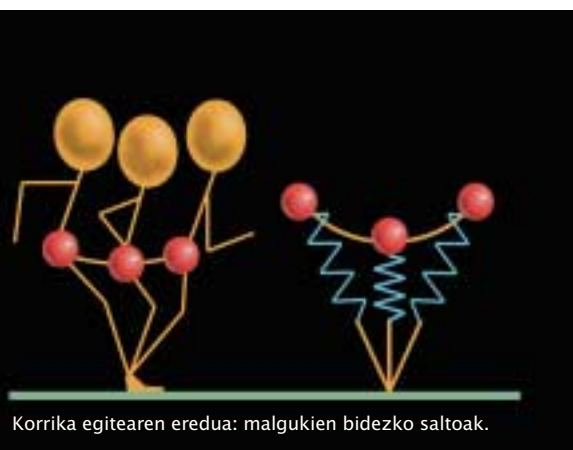
Korrika egitean, beste zerbait gertatzen da: gorputzaren masa-zentroa saltoka doa, eta, pauso bakoitzean, bote egina-

razten zaio. Puntu gorenean, bi hankak airean daude aldi berean. Une horretan, masa-zentroak altuera eta abiadura maximoak ditu. Oina lurrean jarritakoan, aldiz, airean zegoeneko energiaren zati handi bat galdu egiten da. Hanka (eta gorputz) osoak malguki batek bezala jokatu behar du, energia elastikoaz baliatzeko, eta hurrengo jauzia energiaz hornitzeko. Horregatik, korrika egitearen energia-kostea oso handia da.

Zergatik egiten du korrika gizakiak, orduan? Jakina, abiadura handian mugitzeko. Energia asko kontsumituta bada ere, ihes egin dezake edo beste zerbait edo norbait harrapatu. Kasu askotan, ibiltzeak ez dio aukera hori ematen; jardura mantsoegia da. Azkar ibiltzen hasita ere, abiadura maximoa lortzeko korrika egin behar du gizakiak. ➔



Ibiltzearen eredua: alderantzizko pendulua.



Korrika egitearen eredua: malgukien bidezko saltoak.

G. ROA



ARTXIBOKOA

Beste espezie batzuetan gauza bera gertatzen da, nahiz eta energia beste modu batean banatzen duten. Esate baterako, musker batek abiadura txikian du energiaren transferentzia onena, ardi batek baino askoz abiadura txikiagoan. Faktore askok hartzen dute parte horretan, gorputzaren tamainak, formak eta ehun elastikoak izateak edo ez izateak, adibidez. Espezie bakarraren kasuan, alearen adinarekin ere aldatzen da energiaren aprobetxamendua. Eta, ondorioz, ibiltzetik korrika egiterako aldaketaren abiadura ere aldatzen da.

Korrika hasi

Kontua da animaliak noiz egiten duen bien arteko trantsizioa; zeren arabera uzten dion ibiltzeari eta hasten den korrika. Horretan, zeresan handia du energiak, baina ez da faktore guztiz erabakigarria.

Esandakoa: energiaren ikuspuntutik, mantso mugituz gero, hobe da ibiltzea korrika egitea baino. Alegia, oso poliki korrika eginda energia gehiago gastatzen da poliki ibilita baino. Baina abiadura batetik gora, kontrakoa gertatzen da; korrika egitea da energia gutxien gastatzeko modurik onena.

Horregatik uste zuten biofisikariek energia dela faktore nagusia ibiltzetik korrika egitera pasatzeko. Ibiltzen ari den animalia bat gero eta azkarrago ibiltzen hasten bada, une batean ibiltzeari utzi eta korrika hasiko da. Noiz?

“abiadura batetik aurrera, korrika egiteak ibiltzeak baino energia gutxiago eskatzen du, baina ez da hori izaten korrika hasteko arrazoa”

Logikaz, korrika egiteko ibiltzeko baino energia gutxiago kontsumitu behar duen unean. Logikaz hala da, baina errealitatean ez da hala. Esperimintuek beste emaitza bat eman zuten:



Ibiltzean, orkatilak egiten du lan handiena. Korrika egitean, berriz, belauarekin koordinatzen da horretarako.

ARTXIBOKOA

animaliak —gizakiak barne— hori gertatu baino lehen hasten dira korrika. Zaldiek, adibidez, askoz lehenago egiten dute aldaketa hori.

Trantsizioaren abiadura absolutua aldatu egiten da espezie batetik bestera, baina bada espezie guztietan antzekoa den ezaugarri bat. Bi hankadun animalietan erraz ulertzen da. Ibiltzean, alderantzizko penduluan alegia, gorputzaren masa-zentroak higidura zirkularra du, eta higidura horretan indar zentripetu batek hartzen du parte. Indar zentripetua aldatatik lurtean dagoen oineranzko indarra da.

Teorian, indar zentripetu hori eta gorputzaren gaineko indar grabitatorioa berdinak diren abiaduran uzten diote ibiltzeari bi hankako animaliek. Baina praktikan ez da horrela; abiadura txikiago batean gertatzen da trantsizioa. (Lau hankako animalietan ere gauza bera gertatzen da, baina eredu biofisiko konplexuago batekin).

Indarren arteko erlazioa kuantifikatzeko, indar zentripetoaren eta grabitatorioaren arteko proportzioa erabiltzen dute biofisikariek, hau da, bien arteko zatidura. Eragiketa horren emaitzari Froude zenbakia deritzo. Azken batean, Froude zenbakia bat baino txikiagoa denean hasten dira korrika animaliak.

Lurrean eta airean

Hanka bakar baten azterketa mekanikoa eginez gero, ibiltzea eta korrika egitea ez dira oso ezberdinak. Pauso bakoitzean hanka bakoitzak egiten duen zikloa, behintzat, berdintsua da bietan. Prozesua bi fasetan gertatzen da: oina lurrarekin kontaktuan dagoeneko eta airean dagoeneko.

Hankaren zikloa orpoa lurrarekin kontaktuan jartzean hasten da, eta orpoa eta lurra berriz kontaktuan jartzen direnean bukatzen da, hurrengo pausoa, alegia. Tarte horretan gertatzen dira bi faseak, nahiz eta fase bakoitzaren iraupena aldatu egiten den abiaduraren arabera.

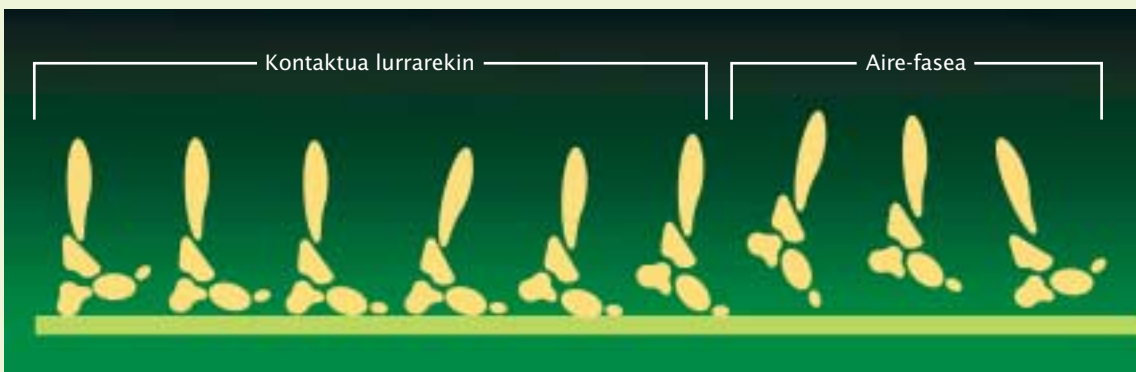
Kontaktu-fasearen hasieran, gorputzaren pisua orpoak jasotzen du; indarra xurgatu eta pisuaren presioa banatzen du; orkatilak biratu egin behar du hori guztia egiteko. Une batetik aurrera, oin-zola lurrera iristen da, kanpoaldetik hasita, eta oin osoa gertatzen da lurrean. Kontaktu-fasearen denbora gehiena horrela ematen du oinak. Gero, orpoa altxatu egiten da, eta, azkenik, aireratzea gertatzen da; behatzek egiten dute azken kontaktua lurrarekin.

Mugimendu osoan zehar biratzen du orkatilak; gainera, belaunak eta aldakak ere une oro ari dira mugitzen, gorputza orekatzeko eta oinari laguntzeko.

Aire-fasea askoz sinpleagoa da. Oina, airean, azeleratu egitean da hasieran, gero kulunka baten bitartez aurreratzen da, eta, azkenik, dezeleratu egiten da, hurrengo zikloaren kontaktu-fasean sartzeko. Fase horren mugimenduak lagundu egiten dio beste fasean dagoen oinari.

Noski, bi hanketako zikloak desfasatuta doaz, baina mugimendu koordinatu batean. Biek zikloa aldi berean osa dezaten, gorputza balantzaka doa. Masa-zentroak gora eta behera egiten du; aldakak esker-eskuin. Oinak ez dira guztiz paralelo joaten, baina, oro har, bien arteko distantzia ez da aldatzen ibiltzean, ezta korrika egitean ere.

Mugimendua askoz bortitzagoa da korrika egitean ibiltzean baino, baina fase berdinak betetzen dituzte bi lokomozio-motek. Biak koordinazio-ariketa perfektuak dira.



Faktore gehigarriak

Froude zenbakiak laguntzen du jakiten zer abiaduratan gertatzen den trantsizioa, baina ez du azaltzen zergatik. Zergatik uzten diote ibiltzeari korrika egitea ibiltzea bera baino 'neketsuagoa' denean?

Inork ez daki erantzuna, lokomozioa oso jarduera konplexua delako, baina badakite konplexutasun horretan dagoela gakoa. Zenbat eta ezaugarri gehiago hartu kontuan, orduan eta hobeto ulertzen dituzte energiaren gorabeherak lokomozioan. Ezinezkoa da guztiz aztertzea lokomozioa, ezaugarri eta mugimendu guztiak, baina hurbilketak egin daitezke. Eredu sinpleak berak hobe daitezke.

Alde batetik, ibiltzea ez da alderantzizko pendulu sinplea, belaunak

*“hiru artikulazioak
dute lokomozioa
kontrolatzeko
ardura: orkatilak,
belaunak eta
aldakak”*

tolestu egiten direlako. Gainera, aldakak balantzaka eta errotazioan mugitzen dira ibiltzean.

Bestetik, korrika egitea are konplexuagoa da. Eredu sinplean, malguki batek eragiten du mugimendua. Zein malgukik? Bada, orkatilak, belaunak eta aldakak. Artikulazioek, hain zuzen ere. Mugimendu horrek zoruan eragiten duen erreakzioa asko aldatzen da leku

batetik bestera. Ez da berdina korrika egitea hondarretan, belarretan edo zementu gainean. (Ibilera ere aldatzen da zoruaren arabera, baina aldaketa txikiagoa da). Izan ere, gizakiak aldatu egiten du artikulazioen jokabidea zoruaren arabera. Batez ere, bi gauza aldatzen ditu gizakiak: hanka zoruarekin kontaktuan dagoen denbora eta masa-zentroa bertikalean mugitzen den distantzia.

Gertutik begiratuta

Energiaren balantzea are gehiago hobe daiteke, mugimendu orokorrak ez ezik, osagaien ekarpenak ere kontuan hartzen badira. Azken batean, gorputza mugitzea osagai txiki askoren koordinazioa da, eta osagai guztiek eragiten dute energiaren transmisioan eta kontsumoan. ➔

Baina ez denek neurri berean. Hezurrek gorputzaren egiturari eusten diote, baina ez dute mugimendurik eragiten. Muskuluek, bai; indarra egiten dute, eta indar hori artikulazioei transmititzen diete. Fisikaren ikuspuntutik, momentu bat eragiten diete muskuluek artikulazioei. Horrek esan nahi du indar-kantitate jakin bat transmititzen dietela norabide jakin batean. Horregatik, lokomozioa aztertzen dutenek artikulazioen dinamika aztertzen dute.

Dinamika hiru artikulaziotan aztertu behar da: orkatilan, belaunean eta aldakan. Lokomozioan,aldi berean hartzen dute parte hirurek, baina haiek ere neurri ezberdinetan.

Ibiltzean, orkatilak egiten du lan handiena. Lurrean hanka bakarra dagoenean, adibidez, orkatilaren muskulu guztiak ari dira lanean. Ibiltzeak ez du energia handirik kontsumitzen, baina kontsumitzen duenaren zati handiena orkatilan erabiltzen da.

Korrika egiteak askoz energia gehiago eskatzen du hiru artikulazioetan. Belaunak eta orkatilak egiten dute lan mekaniko gehiena. (Bietatik, belaunak egiten du mugimendu handiena eta energia-gastu handiena, baina oso gutxigatik, orkatilak ere lan asko egiten duelako). Korrika egitearen dinamikan, belaunak jasotzen du saltoaren energia gehien, eta orkatilak transmititzen du hurrengo saltoak behar duen energiaren zati handiena.



Corputzak egokitu egiten du mugimendua zapaltzen duen lurraren arabera. Adibide ona da ur-izkinan ibiltzea. Ibilera asko aldatzen da, lur zurrunean egiten denarekin konparatuta.


ARTXIBOKOA

“artikulazioetan, muskuluek eta tendoiek lan askoz handiagoa egiten dute lotailuek baino”

Zaila da artikulazio bakoitzaren ekarpena neurtzea, baina egin daiteke. Ia ezinezkoa da, ordea, artikulazioen osagai bakoitzaren parametro fisikoak neurtzea. Oso bihurgune konplexuak dira.

Artikulazioetan hezurrak eta muskuluek elkartzen dira, tendoien eta lotailuen bitartez. Tendoiek muskuluen arteko loturak egiten dituzte, eta lotailuak hezurren arteko elkargunean daude. Adituen ustez, muskuluek eta tendoiek parte-hartze askoz handiagoa dute lotailuek baino momentuaren transmisioan, eta, horregatik, lotailuak azterketatik baztertuta ere, emaitza onak lor daitezke.

Lokomozioa ikertzen dutenek nahitaez sinplifikatu behar dute azterketa. Inoiz ez dute lortuko ibiltzearen, korrika egitearen, eskaierak igotzearen, jaistearen eta abarren eredu perfektua. Baina asko hurbiltzen dira.

Eredu sinpleak oso abiapuntu onak dira, eta erduei gehitzen dioten faktore bakoitzak hobetu egiten du deskribapena. Badakite ibiltzetik korrika egiterako aldaketa energia-kontua dela, nahiz eta oraindik ezin duten zehatz-mehatz neurtu energia hori. Beharbada, ezinezkoa da. Aldaketaren zergatia gorputzaren osagaietan ezkutatuta dago. Nolanahi ere, badakite non dagoen ulertzen denaren eta ulertzen ez denaren arteko muga, eta urrats bakoitzean erantzunera hurbiltzen ari direla. 



Artikulazioak konplexuak dira: muskuluak, tendoiak, hezurrak eta lotailuak biltzen dituzte.

ARTXIBOKOA