

Gradu Amaierako Lana
Fisioterapiako Gradua

Ispilu terapia iktusaren ondorengo goiko gorputz adarraren errehabilitazioan: datu neurofisiologikoak eta klinikoak

Errebisio bibliografikoa

Egilea:

OLAIA GORROTXATEGI ELOSEGI

Zuzendaria:

LEIRE SANTISTEBAN TOBARRA

© 2019, Olaia Gorrotxategi Elosegi

Leioa, 2019ko Maiatzaren 6a

Aurkibidea

LABURPENA	II
ABSTRACT	III
1. SARRERA.....	1
1.1. GARUN PLASTIKOTASUNA	4
1.2. ISPILU TERAPIA.....	6
1.2.1. Teknikaren deskribapena.....	6
1.2.2. Teknikaren oinarriak.....	6
1.2.3. Teknikaren mekanismoak	7
1.2.4. Teknikaren abantailak.....	8
1.3. HELBURUAK	8
2. MATERIALAK ETA METODOAK:.....	8
2.1. LITERATURAREN BILAKETA	8
2.2. HAUTAKETA IRIZPIDEAK.....	9
2.3. DATUEN ERAUZKETA	10
2.4. KALITATEAREN EBALUAZIOA	10
3. EMAITZAK	12
3.1. IKERKETEN HAUTAKETA PROZESUAREN IDENTIFIKAZIOA.....	12
3.2. DATU NEUROFISIOLOGIKOAK AZTERTZEN DITUZTEN IKERKETAK.....	12
3.3. DATU KLINIKOAK AZTERTZEN DITUZTEN IKERKETAK.....	13
3.4. HAUTATUKO IKERKETEN ONDORIO NAGUSIAK.....	18
3.5. ENTSEGU KLINIKOEN KALITATE METODOLOGIKOA.....	19
4. EZTABAIDA.....	19
4.1. AURKIKUNTZA NEUROFISIOLOGIKOEN EZTABAIDA.....	20
4.2. AURKIKUNTZA KLINIKOEN EZTABAIDA	26
4.3. AURKIKUNTZA NEUROFISIOLOGIKOEN ETA KLINIKOEN ARTEKO ERLAZIOA	31
4.4. ERREBISIOAREN MUGAK	32
5. ONDORIOAK	32
BIBLIOGRAFIA	34

LABURPENA

Sarrera: Azken 15 urteetan zehar mundu mailako heriotza kausa nagusienak kardiopatia iskemikoa eta iktusa izan dira. Euskadin 6000 iktus kasu berri ematen dira urtean, eta 1.400 lagun hiltzen dira horren ondorioz. Gainera, hiltzen ez diren helduetan ezgaitasun fisikoa sortzen duen kausarik nagusia da. Datozen hamarkadetan arazo honek sortzen duen kostua handitzea espero da biztanleriaren zahartze prozesua dela eta. Maila funtzionalean eragin larriak sor ditzake, besteak beste martxarako zailtasunak eta goiko gorputz adarrarekin erlazionaturikoak, eragozpenak sortuz eguneroko bizitzan eta bizi-kalitatean. Karga hau gutxitzeko, paziente askok errehabilitazio multidisziplinarioa jasotzen dute. Gaur egun ez dago tratamendu sendagarririk, ondorioz, errehabilitazioko esku-hartzeetara jotzen da. Errehabilitazio prozesua aurrera joaten da garun plastikotasuna deritzon fenomenoari esker. Teknika ezberdin asko erabiltzen dira. Horietako bat ispilu terapia da, berrantolaketa kortikala sustatzeko metodo eraginkorra kontsideratzen dena.

Helburua: Errebisio bibliografiko honen helburua iktusaren ondorioz sortutako goiko gorputz adarraren parestesien tratamenduan ispilu terapiaren eraginkortasuna aztertzea da, datu neurofisiologikoak klinikan lortutako datuekin alderatuz.

Materialak eta metodoak: Errebisio sistematiko bat burutu da Pubmed, Web of Science, PEDro eta Cochrane Library datu base elektronikoetan, honako hitz gakoak erabiliz: *stroke, upper limb, mirror therapy, mirror box therapy, mirror visual feedback, neuronal plasticity, neural plasticity eta neural reorganization*.

Emaitzak: Bilaketa egin ondoren 110 ikerketa aurkitu dira. Horietatik 10-ek bete dituzte hautaketa irizpideak. Lauk datu neurofisiologikoak aztertzen dituzte. Horietako bi entsegu klinikoak dira, eta beste biak errebisioak. Gainontzeko seiak datu klinikoak aztertzen dituzte. Horietako 5 entsegu klinikoak dira, eta azkena errebisioa da.

Ondorioak: Ikusi da ispilu bidezko feedback bisualak eragin modulatzailer sendoa duela sistema motorrean garun plastikotasunean eragiten duen heinean. Hala ere, ikerketa gehiago behar dira hobekuntza klinikoak eta feedback bisualaren bidezko garun plastikotasunaren patroia zuzenean konparatzen dituztenak, aktibazio patroia hau hobekuntza klinikoekin bat datorren baieztatu ahal izateko.

ABSTRACT

Introduction: In the last 15 years, the main causes of deaths worldwide have been ischemic heart disease and stroke. In the Basque Country, there are 6,000 new cases of stroke per year, and 1,400 people die as a result. In addition, it is the leading cause of physical disability in surviving adults. In the coming decades, the cost of this problem is expected to increase due to the aging process of the population. It can cause serious effects at the functional level, such as difficulty in walking and problems related to the upper limb, which in turn creates problems in daily living activities and in the perception of quality of life. To reduce this burden, many patients receive multidisciplinary rehabilitation. Currently there is no curative treatment, so it is addressed through rehabilitation interventions. The rehabilitation process is carried out through a phenomenon called cerebral plasticity. Many different techniques are used. One of them is mirror therapy, which is considered an effective method for cortical reorganization.

Objective: The aim of this literature review is to analyze the efficacy of mirror therapy in the treatment of upper extremity paresis caused by stroke, comparing the neurophysiological data with the clinical assessment.

Materials and methods: A systematic review was carried out by searching Pubmed, Web of Science, PEDro and Cochrane Library, using the following keywords *stroke, upper limb, mirror therapy, mirror box therapy, mirror visual feedback, neuronal plasticity, neural plasticity* and *neural reorganization*.

Results: After the search, 110 investigations were found. 10 of them have met the selection criteria. Four analyze neurophysiological data: two are clinical trials, and the other two are reviews. The other six analyze clinical data: five are clinical trials, and the last one is a review.

Conclusions: It has been proven that mirror visual feedback has a strong modulating effect on the motor system because it influences cerebral plasticity. However, more research is needed to directly compare clinical improvements and the pattern of cerebral plasticity influenced by visual feedback, to confirm that this pattern of activation is in line with clinical improvements.

Hitz gakoak:

Stroke, mirror therapy, upper limb, neurophysiological data, clinical assessment.

1. SARRERA

Iktusa edo istripu zerebrobaskularra garun funtzioaren bat-bateko galera da, ez konbultsiboa, garuneko odol fluxuan gertatzen den arazo iskemiko batek edo hemorragiko batek eragindakoa. Arazo honek oxigenoaren eta elikagaien ekarpena oztopatzen du, garuneko ehunetan kalteak eraginez (1). Bere prebalentzia adinaren eta sexuaren arabera da, eta biztanleriaren %1ekoa dela estimatzen da (2).

Azken 15 urteetan zehar mundu mailako heriotza kausa nagusienak kardiopatia iskemikoa eta iktusa izan dira. Izan ere, 2016. urtean biztanleria osoan gertatu ziren 56,4 milioi heriotzetatik 15,2 milioi eragin zituzten (%27a) (3). Euskadin 6000 iktus kasu berri ematen dira urtean, eta 1.400 lagun hiltzen dira horren ondorioz urtero. Gainera, emakumeen heriotzen lehenengo kausa da bertan (4). Horretaz gain, istripu zerebrobaskularra epe luzeko ezgaitasunaren sortzaile nagusienetakoa da mundu mailan (5), eta helduetan ezgaitasun fisikoa sortzen duen kausarik nagusia da (6). Hau horrela izanik, trastorno neurologiko ohikoena bilakatzen ari da. Gainera, datozen hamarkadetan arazo honek sortzen duen kostua handitzea espero da biztanleriaren zahartze prozesua dela eta (7).

Iktusaren eraginak kaltea jasan duen burmuinaren zonaldearen eta kaltearen larritasunaren arabera izango dira, bat-bateko heriotza ere eragin dezakeelarik (1). Oro har, istripu zerebrobaskularren eraginak 3 multzo nagusitan sar daitezke: hondatze motorra, hondatze sensoriala eta hondatze kognitiboa (8). Hondatze motorrak batez ere aurpegiko, goiko gorputz adarreko (ohikoena) (9) eta beheko gorputz adarreko mugikortasunari eragiten dio, eta iktusa jasan duten pazienteen %80ean gertatzen da, iktusa gertatu den burmuinaren alde kontralateralean. Mugimendu galera honek ehun muskularrean, ehun konektiboan eta ehun neuronalean aldaketak eragiten ditu, bigarren mailako arazoak ekarriz: zurruntasun muskularra, parestasiak, espastizitatea, funtzio motorren eta neuronalaren gutxitzea, etab. (10). Hondatze sensitiboa ere kasuen %80ean ematen da erasandako gorputz adarretan, eta modalitate ezberdinetan gerta daiteke: propiozepzioaren galera, ukimen zorrotzaren zein finaren sententzioaren galera, bibrazioaren sententzioaren galera, bi puntuen arteko desberdintzearen sententzioaren galera, esterognosiaren galera, zinetesiaren galera, grafesiaren galera, edota mina. Honek guztiak

pertzepzioaren atzerapena, erantzunen ezjakintasuna, atalase sentsoarialetan aldaketak, nekea, adaptazio sentsoarialaren denboraren asaldura, etab. eragingo ditu (7). Hondatze kognitiboari dagokionez, zorabialdiak edo inkontzientzia egoerak, konfusioa (1), neglijentzia bisoespaziala (11), hitz egiteko edo hitzak ulertzeko zailtasunak eta ikusmen arazoak aurki ditzakegu (1).

Honek guztiak maila funtzionalean eragin larriak sor ditzake, alde batetik orokorrak, oreka eta koordinazio arazoak, martxarako zailtasunak, etab. (1), eta bestalde, goiko gorputz adarrarekin (GGA) erlazionaturikoak. Kontutan izanik eguneroko bizitzako oinarrizko jarduera (EBOJ) asko goiko gorputz adarraren funtzioaren menpe daudela, batez ere norbanakoaren zainketarekin erlazionaturiko jarduerak, hala nola, elikadura, janzteia eta garbiketa pertsonala (10), goiko gorputz adarraren funtzionaltasunaren galerak eragozpenak sortuko ditu EBOJ-etan eta bizi-kalitatearen pertzepzioan (6), euren independentzia funtzionala eta asebetetze maila mugatuta geratzen direlarik %50-70 artean (7). Hori dela eta, goiko gorputz adarreko mugimendu boluntarioen eta funtzionalen lorpena iktusa jasan ondorengo errehabilitazioaren helbururik nagusienetarikoa bilakatzen da EBOJ-etan, jarduera sozialetan eta okupazionaletan epe luzeko ezgaitasuna eta depresioa eragozteko (9). Karga hau gutxitzeko, paziente askok errehabilitazio multidisziplinarioa jasotzen dute istripu zerebrobaskularra jasan eta denbora gutxira (2).

Lehen uneetako goiko gorputz adarraren paresiaren larritasun maila epe luzeko errehabilitazio funtzionalaren adierazle nagusienetarikoa da (11). Errekuperazio maila handiena iktusa jasan osteko lehen hiru hilabeteetan gertatzen dela uste da. Hala ere, badago ebidentzia zientifikoa errehabilitazioa epe horretara mugatzen ez dela esan ahal izateko, izan ere, goiko gorputz adarren eta eskuen errehabilitazioa gertatu izan da istripu zerebrobaskularra jasan eta urteak pasatu ondoren (12). Errehabilitazioaren ondoren, oro har, fase kronikoan pazienteen %50ak funtzioaren asaldura pairatzen du besoa eta eskuan (6). Goiko gorputz adarrean funtzio independentea lortzen du pazienteen %32-34ak (13), baina soilik %5-20ak lortuko du errehabilitazio funtzional osoa (2).

Istripu zerebrobaskularra pairatu ondorengo tratamenduari dagokionez, gaur egun ez dago tratamendu sendagarririk, ondorioz, errehabilitazioko esku-hartzeetara jotzen da

ahalik eta emaitza onuragarrienak lortzearen (9). Errehabilitazio prozesua aurrera joaten da garun plastikotasuna deritzon fenomenoari esker. Istripu zerebrobaskularraren ondoriozko garuneko kaltearen errehabilitazioa funtzioen berrezarpenaren, ordezkapenaren eta konpentsazioaren konbinaketaren bidezko prozesu konplexua dela uste da. Neuroirudietan lortu diren azken aurrerapenei esker ikusi ahal izan da lesioaren hemisferio kortikal kontralateralak garrantzia handia hartzen duela errehabilitazio prozesu honetan, izan ere, ebidentziaren arabera, istripu zerebrobaskularraren ondoren kaltetua izan ez den hemisferioan gertatzen den berrantolaketa somatosensorialak kaltetutako funtzioen konpentsazio prozesuan paper garrantzitsua hartzen du (14).

Esku-hartzea ospitalizazioaldian, etxean alta jaso ondorengo aldi goiztiarrean edota ambulatorioetan egiten da, eta modu indibidualean edo taldeetan egin daiteke, beti ere paziente bakoitzaren helburuak kontutan izanik eta goiko gorputz adarraren ebaluazioa egin ondoren, honek eguneroko bizitzako oinarrizko jardueretan duen eragina eta parte-hartzea kontutan hartuta (10). Ebidentziaren arabera, funtzio motorra berreskuratzeko egin beharreko esku-hartze terapeutikoak zeregin funtzionaletara bideratuta egon beharko lirarteke. Hala ere, zeregin hauetara bideratutako entrenamenduek mugimendu boluntario minimo bat eskatzen dute, hortaz, ez dira aplikagarriak parestesia zorrotza pairatzen duten pazienteengan (11). Dena den, intentsitate altuko praktika (13) eta zereginen errepikapenezko entrenamendua errehabilitazioaren hainbat aspektu lantzeko egokiak direla ikusi da, hala nola, martxaren distantzia eta abiadura, eta goiko gorputz adarraren funtzioa (8).

Goiko gorputz adarraren errehabilitaziorako teknika zehatzei dagokienez, asko dira istripu zerebrobaskularraren errehabilitazioan erabiltzen direnak. Jarraian sailkatzen dira duten ebidentzia zientifikoaren arabera:

Ebidentzia dutenak:

- Estimulazio elektrikoa Robot terapiarekin konbinatuta (2).
- Ispilu terapia (11).
- Jardueren errepikapenezko entrenamendu espezifikoa (13).
- Errealitate birtuala (8).
- Garun praktika (mental practice) (15).

Hauetaz gain, badira hainbat teknika kalitate baxuko ebidentzia dutenak, eta hortaz praktikan zalantzan jartzen direnak, izan ere, fisioterapia arloan egiten diren ikerketek hainbat arazo aurkezten dituzte oro har: ezinezkoa da itsu bikoitzaren baldintza betetzea, plazebo efektua beti agertuko da, normalean tratamenduak beste terapiekin bateratuta egiten dira, etab. Teknika horien artean aurki ditzakegu:

- Besoaren aldebiko entrenamendua (9).
- Murrizketagatik eragindako mugimenduko terapia (CIMT) (16).
- Garun-estimulazioa (repetitive transcranial magnetic stimulation) (17). Azken honetan, aurretik azaldutako arazoez gain, epilepsia krisiak sarri eman ohi dira, ikerketa handiak egiteko zailtasunak eta bigarren mailako efektu larriak sortaraziz.

Ebidentzia ez dutenak:

- Bobath terapia (18).
- Biofeedback-a (19).
- Eskuzko terapia (12).
- Musikoterapia (20).
- Interbentzio farmakologikoak (21,22).
- Esku-hartze sentsozialak (7).
- Luzaketak (12).
- Interbentzio kirurgikoak (23).

1.1. GARUN PLASTIKOTASUNA

Istripu zerebrobaskularra jasan duen burmuinean aldaketa patologikoak antzematen dira: kaltetua izan den hemisferioan jarduerak gutxitu egiten dira, alde osasuntsuan handitu egiten diren bitartean, hemisferioen arteko norgehiagoka dela eta. Hau horrela izanik, errekupeazio motor arrakastatsua hemisferio arteko asimetria hau ezabatuz eta garun cortex ipsilesionaleko neuroplastizitatea sustatuz lor daitekeela uste da (24).

Egungo errehabilitazioa funtzio motorraren defizitak ekiditera (kompentsazioa) bideratzen da horiek sendatzera bideratu beharrean (konponketa), hau baita emaitza funtzional egokia lortzeko modurik eraginkorrena eta azkarrena. Hala ere,

konponketa bidezko errehabilitazioa ere posible dela ikusi da, zeinak istripu zerebroaskularren eraginez kaltetuak izan diren zirkuitu neuronalak sendatzea baimentzen duen. Konponketa hau bi bide desberdinetatik lor daiteke: konponketa zuzenaren bidez, zeinean jatorrizko zirkuituak berrezartzen diren, edota konponketa ez-zuzenaren bidez, zeinean jatorrizko funtzioarekin erlazionatuta dauden zirkuitu neuronalak erreklutatzen diren (25).

Hau guztia garun plastikotasunari esker lor daiteke: garun kortexeko konexio neuronalak esperientziaren eraginez birmoldatuak izan daitezke, alde batetik maila zelularrean eta molekularrean gertatzen diren aldaketa kimikoen eta anatomikoen ondorioz (besteak beste, adarkadura dendritikoa, neurona bakoitzeko sinapsi kopurua eta faktore trofikoak kodifikatzen dituzten geneen espresioa), eta bestalde sistemen mailan kortexeko errepresentazio guneetan gertatzen diren aldaketen eraginez (25).

Hala ere, garuneko zirkuituen berreraiketa hau ez dago soilik faktore biologiko endonegoen menpe, baizik eta ekarpen exogenoen menpe ere, garun plastikotasuna kanpo estimuluez baldintzatuta baitago, hauek ezinbestekoak izanik errekonozimenduan. Horregatik da garrantzitsua estimulua arretaz diseinatzea, interbentzio konduktualaren bitartez kasu bakoitzean nahi den konektibitate neuronala sortu ahal izateko (25).

Gai honen inguruan azken urteetan egin diren ikerketa neurofisiologikoen artean garun kortexean aurkitzen diren ispilu neuronen aurkikuntza nabarmentzen da. Ispilu neurona hauek bi momentu desberdinetan aktibatzen dira. Alde batetik, subjektua ekintza zehatz bat burutzen ari den momentuan bertan, eta bestalde, beste pertsona bat ekintza bera edo antzekoa burutzen ari dela ikusten duen bitartean ere. Hau garrantzitsua da, izan ere, ispilu neurona hauek ekintzaren errekonozimenduan, intentzio motorren kodifikazioan eta ikasketa motorrean paper garrantzitsua joka baitezakete (25).

Ebidentzia honen aurrean, imitazio motorren garrantzia azpimarratu behar da. Imitazio motorrak obserbazio motorra, irudi motorrak eta ekintzen exekuzioa hartzen ditu bere baitan, eta esan bezala, ispilu neuronek berebiziko funtzioa betetzen dute bertan. Pertsona baten portaera bere sare zerebralarekin lotzen duen mekanismo neurala obserbazioaren eta exekuzioaren konparaketa da, zeinaren bitartez,

hartzailak ikusitako ekintzak lehenagotik exekutatuako ekintzen bilduma batekin bat etortzea eragiten duen. Hau egiten duen zirkuitu neuronalak barne hartzen ditu aurre beheko kortex aurremotorra, kortex aurremotor bentrala, beheko lobulu parietala eta atze goiko ildo tenporala (25).

Bestalde, ispilu neuronen sistema gongoil basalekin interkonektaturik dago, eta sistema honek ikasketa eta planifikazio motorrean duen garrantzia dela eta, izan liteke ekintzen behaketaren bidezko tratamenduak kortexak talamoarekin eta gongoil ildaskatuarekin dituen konexioen berrantolaketa eta mantenua bultzatzea (25).

1.2. ISPILU TERAPIA

1.2.1. Teknikaren deskribapena

Ispilu terapia (Mirror Therapy, MT) goiko edo beheko gorputz adar ez paretikoaren erreflexua sortzen duen ispilua erabiltzen duen interbentzioa da, eta honi esker adar paretikoaren mugimendu normalaren feedback bisuala eskaintzen zaio pertsonari (11). Ramachandranek eta Rogers-Ramachandranek deskribatu zuten lehen aldiz mamu adarraren mina zuten paziente anputatuekin erabiltzeko. Kostu baxuko dispositibo bat sortu zuten: ispilu bat modu bertikalean kokatu zuten mahai batean, esku osasuntsuaren ispiluko erreflexua mamu adarraren posizioan gainjartzen zelarik. 1990 geroztik ispilu terapia hau patologia askoren errehabilitazioko tratamenduan erabili izan da. Ebidentzia maila altuak babesten du teknika, batez ere helduen istripu zerebrobaskularraren eta umeen garun paralisiaren tratamenduetan (26).

1.2.2. Teknikaren oinarriak

Teknika hau estimulazio bisualean oinarritzen da. Esan bezala, ispilu bat kokatzen da pertsonaren plano sagitalean, alde ez paretikoa alde paretikoa balitz bezala islatuz. Konfigurazio honekin, adar ez paretikoaren mugimenduek adar paretikoaren mugimenduen ilusioa sortzen dute (11), **1. Irudian** ikus daitekeen moduan.



1. Irudia: Ispilu terapiaren teknika (27).

***Oharra:** Pazientearen goiko gorputz adar kaltetua ispiluaren atzean dago ezkutatuta. Beso osasuntsua mugitzen duenean, honen erreflexua beso kaltetuaren mugimendua balitz bezala ikusten du.

1.2.3. Teknikaren mekanismoak

Esan bezala, garun plastikotasuna garuneko kaltearen errehabilitazioaren atzean dagoen mekanismo fisiologiko garrantzitsuenetariko bat da. Prozesu motorren, prozesu kognitiboen eta pertzepzio prozesuen integrazio multisensorialean oinarritzen diren errehabilitazio teknikak, ispilu terapia kasu, berrantolaketa kortikala sustatzeko metodo eraginkorrak kontsideratzen dira (28).

Ispilu terapiaren kontzeptua neurofisiologikoki aztertua eta konprobatua izan da, eta ebidentzia garrantzitsua dago mugimenduen behaketak eta behatutako mugimenduen gauzatzeak kortexeko pareko edo antzeko area motorrak konpartitzen dituztela esan ahal izateko (11).

1.2.4. Teknikaren abantailak

Teknikaren abantaila handienetariko bat haren kostu baxua da. Ispilu kaxa batek 65\$-eko batez besteko kostua du, eta norberak bere kabuz sortzeko aukera ere ematen du, are merkeagoa izan dadin (26).

Besta abantaila garrantzitsu bat honen eskuragarritasuna da. Gainera, kaltetuta ez dagoen adarra edo bi adarrak mugituz entrenatzeko aukera ematen du. Honek esan nahi du paresia larria duten pertsonak ere teknika honetaz baliatzeko aukera dutela. Honetaz gain, etxean praktikatzeko aukera ere ematen du (gutxienez ospitale-gaitzearen ondoren), eta gainera modu autonomoan, hau da, terapeutaren laguntzarik gabe, honek suposatzen dituen abantailak eskainiz (11).

1.3. HELBURUAK

Errebisio bibliografiko honen helburua iktusaren ondorioz sortutako goiko gorputz adarraren paresiaren tratamenduan ispilu terapiaren eraginkortasuna aztertzea da, datu neurofisiologikoak klinikan lortutako datuekin alderatuz.

2. MATERIALAK ETA METODOAK:

2.1. LITERATURAREN BILAKETA

2018ko irailetik 2019ko otsailera bitartean errebisio sistematiko bat burutu da Pubmed, Web of Science, PEDro eta Cochrane Library datu base elektronikoetan. Horretarako PRISMA metodologian oinarritu gara. Metodologia hau errebisio sistematikoen eta metaanalisien osotasuna hobetzeko diseinatutako publikazio gida bat da, eta 2009an publikatu zenetik, mundu osoko autoreek eta ikertzaileek berau erabili dute euren errebisio sistematikoak eta metaanalisiak planifikatzeko, prestatzeko eta publikatzeko. Izan ere, PRISMA metodologia honen erabilpenak errebisio sistematikoetan eta metaanalisisietan publikatutako metodoen eta emaitzen kalitatean hobekuntzak dakartzala dirudi (29).

Erabili diren hitz gakoak honakoak izan dira: *stroke*, *upper limb*, *mirror therapy*, *mirror box therapy*, *mirror visual feedback*, *neuronal plasticity*, *neural plasticity* eta *neural reorganization*, eta ondorengo bilaketa ekuazioak erabili dira datu-base bakoitzean:

PubMed: [stroke AND (mirror therapy OR mirror box therapy OR mirror visual feedback) AND (neuronal plasticity OR neural plasticity OR neural reorganization)], 2008 eta 2019 urte bitartean argitaratutako artikulak.

Web of Science: [stroke AND (mirror therapy OR mirror box therapy OR mirror visual feedback) AND (neuronal plasticity OR neural plasticity OR neural reorganization)], 2008 eta 2019 urte bitartean argitaratutako artikulak.

PEDro: Bilaketa aurreratuaren bidez egin dira bilaketak:

- 1) Bilaketa:
 - Abstract & Title: [stroke AND mirror therapy]
 - Therapy: [neurodevelopment therapy, neurofacilitation]
 - Body part: [upper arm, shoulder or shoulder girdle]
- 2) Bilaketa:
 - Abstract & Title: [stroke AND mirror box therapy]
 - Therapy: [neurodevelopment therapy, neurofacilitation]
 - Body part: [upper arm, shoulder or shoulder girdle]
- 3) Bilaketa:
 - Abstract & Title: [stroke AND mirror visual feedback]
 - Body part: [upper arm, shoulder or shoulder girdle]

Cochrane Library: Guztiak 2008 eta 2019 urte bitartean argitaratuak:

- 1) Bilaketa: Title Abstract Keyword (reviews): [stroke AND mirror therapy]
- 2) Bilaketa: Title Abstract Keyword (reviews): [mirror therapy AND neural plasticity]
- 3) Bilaketa: Record Title (clinical trials): [stroke AND mirror therapy AND upper limb]

2.2. HAUTAKETA IRIZPIDEAK

PICOS metodoa erabili da hautaketa irizpideak zehazteko. Errebisio honetarako honako irizpide guztiak betetzen dituzten ikerketak hartu dira kontutan:

- **Populazioa (P):** 18 urtetik gorako gizonak/emakumeak, iktus iskemikoa edo iktus hemorragikoa jasan dutenak, fase akutuan, subakutuan edo kronikoan daudenak, goiko gorputz adarrean arrastoak dituztenak.
- **Interbentzioa (I):** Interbentzio tratamendu moduan ispilu terapia erabiltzen duten ikerketak.
- **Konparazioa (C):** Kontrol taldea dutenak: tratamendurik gabeko taldea, ohiko praktika bat edo bestelako tratamenduren bat, esaterako, plazeboa.
- **Emaitzak (O):** Datu neurofisiologikoak edota datu klinikoak aztertzen dituzten ikerketak.
- **Ikerketaren diseinua (S):** Errebisio bibliografikoak, Metanalisiak, Ausazko entsegu kontrolatuak edo entsegu kliniko kontrolatuak, 2008 geroztik argitaratuak, ingelesez, frantsesez edo gazteleraz.

Ikerketak baztertuak izan dira ondorengo eskusio irizpideak betetzen bazituzten:

- Ikerketaren diseinu mota: Kasu txostenak/ikerketak, ikerketa protokoloak, adituen iritziak, komentarioak.
- Partehartzaile mota: Animaliei buruzko ikerketak.
- Hizkuntza: Beste hizkuntzatan argitaratuak.
- Besteak: Iktusari buruzkoak ez direnak, ispilu terapiari buruzkoak ez direnak.

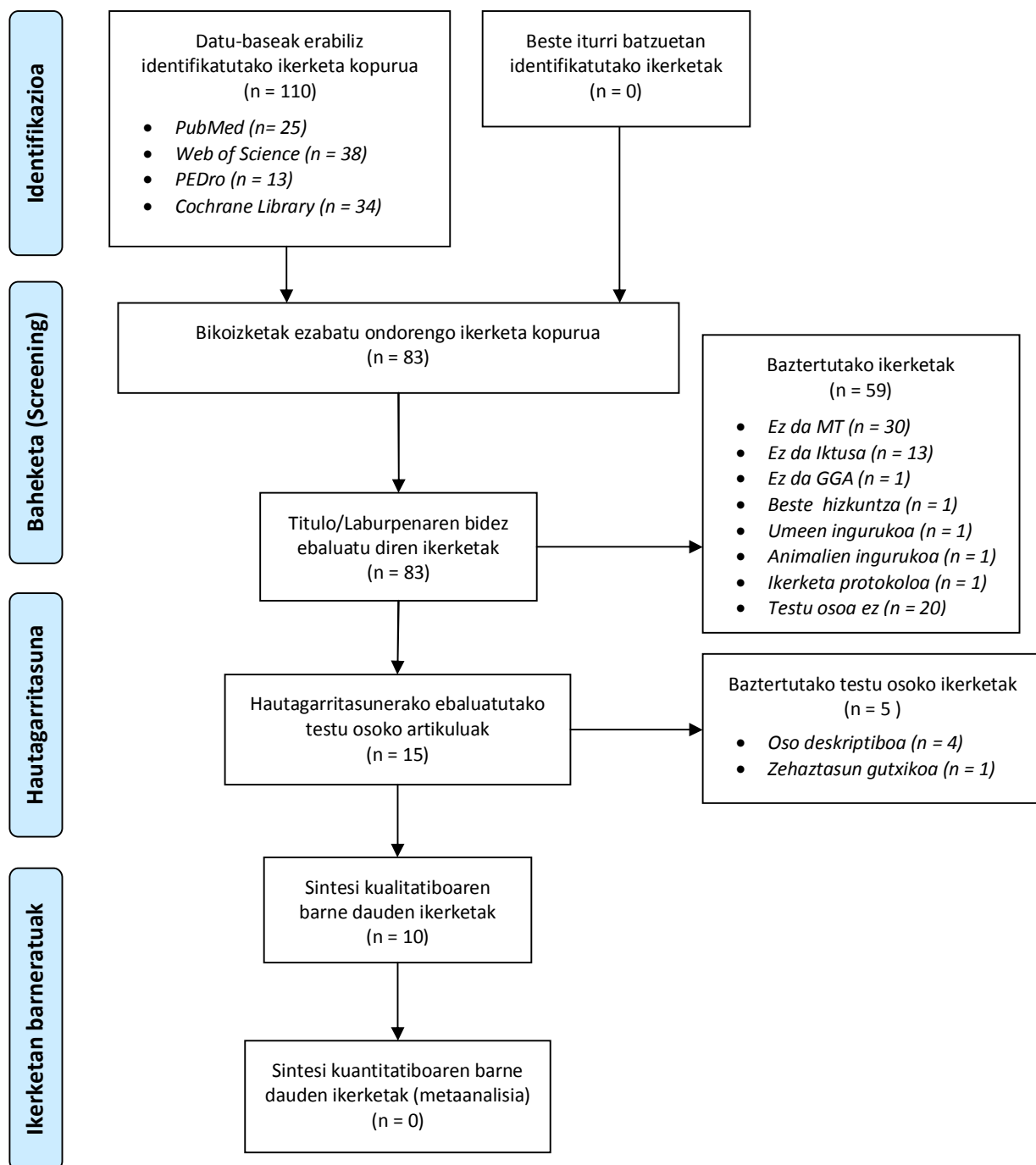
2.3. DATUEN ERAUZKETA

Ikerketen hautaketa egin ondoren, autoreak ondorengo informazioa erauzi du bertatik: (1) Artikulu mota, (2) parte-hartzaileen ezaugarriak, (3) esku-hartze protokoloa, (4) irudi modalitatea, aktibatutako garuneko areak eta aktibatutako sare neuronalak (datu neurofisiologikoak lantzen zituzten artikuluetan), (5) lortutako datuak, (6) emaitza nagusiak eta (7) ondorioak.

2.4. KALITATEAREN EBALUAZIOA

Entsegu klinikoen kalitatea PEDro eskala erabiliz baloratu da. Eskala honek 11 item baloratzen ditu. Lehenengoa, hautagarritasun-irizpidea, ez da kalifikatzen, kanpoko baliotasuneko osagai bezala erabiltzen baita (24). Beste irizpideak ausazko esleipena, esleipen ezkutua, taldeen arteko konparagarritasuna, pazienteitsuak, terapeutaitsuak,

ebalutzaile itsuak, jarraipen egokia, asmoaren azterketa, taldeen arteko konparazioa eta estimazio eta aldakortasun puntualak dira.



2. Irudia: Literaturaren bilaketaren fluxu-diagrama

3. EMAITZAK

3.1. IKERKETEN HAUTAKETA PROZESUAREN IDENTIFIKAZIOA

Bilaketa egin ondoren 110 ikerketa aurkitu dira (PubMed: 25, Web of Science: 38, PEDro: 13, Cochrane Library: 34). Bikoiztutako artikulak ezabatu ondoren, 83 artikulak geratu dira, zeinetatik 59 baztertu diren tituluaren eta laburpenaren irakurketaren ondoren jarraian azaltzen diren arrazoiengatik: ispilu terapiaren ingurukoak ez izateagatik (n=30), iktusa jasan ez duten parte-hartzaileen ingurukoak izateagatik (n=13), goiko gorputz adarrean ez zentratzeagatik (n=1), ingelesa, frantsesa edo gaztelera ez den beste hizkuntza batean argitaratua egoteagatik (n=1), umeekin egindako ikerketa izateagatik (n=1), animaliekin egindako ikerketa izateagatik (n=1), ikerketa protokoloa izateagatik (n=1), eta testu osoaren eskuragarritasuna ez izateagatik (n=20). Gainontzeko 15 artikulak testu osoko irakurketa bidez landu dira, eta horietatik 5 baztertu dira ondorengo arrazoiengatik: oso deskriptiboak izateagatik eta datu zehatzik ez emateagatik (n=4), eta zehaztasun gutxikoa izateagatik (n=1). Azkenik, 10 artikulak bete dituzte hautaketa irizpideak, eta ondorioz horiek izan dira ikerketa honetan lantzeko hautatuak (11,24,30–37).

2. Irudiak ikerketen hautaketa prozesua erakusten du.

3.2. DATU NEUROFISIOLOGIKOAK AZTERTZEN DITUZTEN IKERKETAK

Hautatutako artikuluen artean, lauk datu neurofisiologikoak aztertzen dituzte (24,30–32). Horietako bi entsegu klinikoak dira (30,31). Batek kasu azterketa bat planteatzen du, elektroentzefalografia (EEG) bitartez ispilu terapiak mu erritmoan duen eragina aztertzen duelarik (30). Bertan, epe laburrean mu erritmoaren igoera esanguratsua ikusten da eskuineko zein ezkerreko eremu sentsoaletan, epe luzean ezker hemisferioan soilik ikusten den bitartean. Gainera, FMA testean hobekuntza arina nabari da. Besteak erresonantzia magnetiko funtzionalaren bitartez (fMRI) ispilu terapia jaso duten 20 pazienteek beste 20 pazientez osaturiko kontrol taldearekin alderatuz garuneko aktibitatearen lateralitasun indizean (LI) eta Fugl-Meyer Assessment (FMA) frogan izandako aldaketak aztertzen ditu (31). Hemen ispilu terapia jaso duen taldean M1 kortex motor primarioaren aktibazioa erasandako

hemisferioaren aldera desplazatu dela ikus daiteke, FMA-n hobekuntza esanguratsua lortu duen bitartean kontrol taldearekin alderatuz. Hala ere, hobekuntza hau ez da jarraipen fasean egin den balorazioan (6 hilabete pasa ondoren) mantendu.

Datu neurofisiologikoak aztertzen dituzten beste bi artikuluak errebisioak dira (24,32). Biak oro har ispilu terapiaren bitartez garunean aktibatzen diren area ezberdinen inguruan dihardute. Bertan ispilu terapia jaso duten taldeen M1 kortex motor primarioaren aktibazioa erasandako hemisferioaren aldera desplazatzen dela ikus daiteke, bi hemisferioen arteko egoera simetrikoa lortuz. Batean, gainera, ispilu neuronen sistemak gertaera hau erraztu dezakeela aipatzen da, epe luzera efektu neurofisiologikoak eraginez (24). Ikerketa hauen ezaugarriak **1. Taulan** laburtzen dira.

3.3. DATU KLINIKOAK AZTERTZEN DITUZTEN IKERKETAK

Hautatutako artikuluen artean, gainontzeko seiak datu klinikoak aztertzen dituzte (11,33–37). Horietako 5 entsegu klinikoak dira (33–37). Batek 60 pazienterekin egindako ikerketan (pazienteak 3 taldetan banatuta: banakako MT taldea, taldean egindako MT eta kontrol taldea) Action Reach Arm Test (ARAT), FMA, Stroke Impact Scale (SIS), Barthel Index (BI) eta Star Cancellation Test (SCT) testetan lortutako emaitzak aztertzen ditu (33). Artikulu honen arabera, ispilu terapiari esker pazienteek hobekuntza esanguratsua izan dute neurtu diren test guztietan, baina ez da ezberdintasun esanguratsurik egon talde ezberdinen artean, SCT kasuan izan ezik. Beste artikulu batek 26 pazienterekin (pazienteak 2 taldetan banatuta: MT taldea eta kontrol taldea) Functional Independence Measure (FIM), ARAT eta Motricity Index (MI) testetan lortutako emaitzak aztertzen ditu (34). Ikerketa honen arabera, bi taldeetako pazienteek hobekuntza estatistikoki zein klinikoki esanguratsuak izan dituzte aldagai guztietan, baina ispilu terapia jaso duen taldearen hobekuntza handiagoa izan da kontrol taldearena baino. Hirugarren artikuluak 30 pazienterekin egindako ikerketan (pazienteak 2 taldetan banatuta: MT taldea eta kontrol taldea) FMA, Box and Block Test (BBT) eta FIM testetan lortutako emaitzak aztertzen ditu (35). Artikulu honen arabera, goiko gorputz adarraren funtzioaren, koordinazio gaitasunen, eguneroko bizitzako oinarrizko jarduerak (EBOJ) burutzeko gaitasunen eta norbanakoaren zaintzarako gaitasunaren hobekuntza estatistikoki esanguratsua

izan da ispilu terapia jaso duen taldean kontrol taldearekin alderatuta. Laugarrenak 31 pazienterekin (pazienteak 2 taldetan banatuta: MT taldea eta kontrol taldea) Wolf Motor Function Test (WMFT) eta FMA testetan lortutako emaitzak aztertzen ditu (36). Ikerketa honen arabera, WMFT-aren denboraren eta gaitasunaren azpi-eskaletan hobekuntza estatistikoki esanguratsua izan da bi taldeetan, baina ez da desberdintasun esanguratsurik egon bi talde hauen artean. Bestalde, FMA aldagaiari dagokionez, ez da ezberdintasun esanguratsurik egon kasu bakar batean ere ez. Bostgarrenak 20 pazienterekin egindako ikerketan (pazienteak bi taldetan banatuta: MT taldea eta kontrol taldea) FMA, Brunnstrom Approach eta BBT testetan lortutako emaitzak aztertzen ditu (37). Artikulu honen arabera, hobekuntza estatistikoki esanguratsua egon da aldagai eta talde guztietan Brunnstrom eskalako eskuko azpi-eskalan kontrol taldeak eta BBT eskalan kontrol taldeak izan ezik. Hala ere, kasu guztietan hobekuntza estatistikoki esanguratsua izan da bi taldeen artean.

Datu klinikoak aztertzen dituen beste artikulua errebisioa da (11). Artikulu honek 62 ikerketa hartzen ditu bere barne, guztira 1982 pazienterekin. Bertan funtzio motorraren, ezgaitasun motorraren, EBOJ-en, minaren eta neglijentzia bisuoespazialaren hobekuntzan ispilu terapiak izan dezakeen eragina aztertzen da. Bertan lortutako emaitzen arabera, errehabilitaziorako teknika honek kalitate ertaineko ebidentzia du funtzio motorraren, ezgaitasun motorraren eta EBOJ-en hobekuntzan, kalitate baxuko ebidentzia du minaren hobekuntzan, eta eragin argirik ez da aurkitu neglijentzia bisuoespazialaren hobekuntzan. Ikerketa hauen ezaugarriak **2. Taulan** laburtzen dira.

1. Taula: Errebisio honen barne dauden eta datu neurofisiologikoak aztertzen dituzten ikerketen ezaugarriak.

Ikerketa	Artikulu mota	Parte-hartzaileak	Esku-hartze protokoloa	Irudi modalitatea	Lortutako datuak	Emitza nagusiak	
						Neuroirudi aurkikuntzak	Aurkikuntza klinikoak
Rosipal et al. (2019) ⁽³⁰⁾	Entsegu klinikoa	58 urteko gizona, eskuin hemiplegia, iktus iskemikoa fase kronikoan (2 urte)	RBa + MT: 2 saio/astean, 51 egunez, 38 astez, 9 hilabetez	EEG	- Epe laburrean: Δ MU erritmoa: $P < 0.05^*$ - Epe luzean: Ezker hemisferioan: $P = 0.018^*$ (VBH L) $P = 0.019^*$ (VLH L) - Δ FMA: 6 puntu	- Epe laburrean: Mu erritmoaren igoera esangoratsua eskuineko zein ezkerreko eremu sentoriorotorean. - Epe luzean: Mu erritmoaren igoera esanguratsua ezker hemisferioan VBH L eta VLH L kasuetan.	FMA-n hobekuntza arina.
Michielsen et al. (2011) ⁽³¹⁾	Entsegu klinikoa	40 paziente, iktusa fase kronikoan	1. MT taldea (n=20), 2. KT (n=20). -Tto: 1h/saioa, 5 saio/astean, 6 astez.	fMRI (MT: n=12) (KT: n=9)	- fMRI: Δ LI: $P < 0.05^*$ - Δ FMA: Post-tto: MT>KT, $P = 0.04^*$ 6 hilabete post-tto (-) $P = 0.53$	MT taldean M1-aren aktibazioaren desplazamendua erasandako hemisferioaren aldera.	FMA-n hobekuntza estatistikoki esanguratsua MT taldean KT-arekin alderatuta. Hobekuntza ez zen jarraipenean mantendu.
Ikerketa	Artikulu mota	Parte-hartzaileak	Aktibatutako areak	Aktibatutako sare neuronalak	Emitza nagusiak		
Zhang et al. (2018) ⁽²⁴⁾	Errebisioa	19 artikulu	-M1 kortex motor ipsilesionala -Kortex aurre-motorra -Kortex somatosensorial primarioa -Behoko lobulu parietala	-	MT-k M1 kortex ipsilesionalaren aktibazioa erraztu dezake MNS-aren laguntzarekin. M1-aren aktibazioaren desplazamendua erasandako hemisferioaren aldera, bi hemisferioen arteko egoera simetrikoa lortuz. Epe luzera efektu neurofisiologikoak eragin, mu erritmoan esaterako, MN-en laguntzarekin.		
Deconinck et al. (2015) ⁽³²⁾	Errebisioa	33 artikulu	-M1 kortex motor ipsilesionala -Precuneus kortexa -Atzeko kortex zingulatua	-Motorra -Atentzioa -Atentzioa	M1-aren aktibazioaren desplazamendua erasandako hemisferioaren aldera, bi hemisferioen arteko egoera simetrikoa lortuz.		

Siglak: MT: Ispilu terapia (Mirror Therapy); RBa: Errehabilitazio arrunta; KT: Kontrol taldea; Tto: Tratamendua; n: Lagina; EEG: Elektroentzefalografia; fMRI: Erresonantzia magnetiko funtzionala (Functional magnetic resonance imaging); FMA: Fugl-Meyer Assessment; VBH: Bi eskuak ikusiz (Visual both hands); VLH: Ezkerreko eskua ikusiz (Visual left hand); L: Left; LI: Lateralitate indizea; M1: Kortex motor primarioa; MNS: Ispilu neuronon sistema (Mirror Neuron System); MN: Ispilu neurona (Mirror Neuron). P balioa: Esanguratsua $P < 0.05^*$.

2. Taula: Errebisio honen barne dauden eta datu klinikoak aztertzen dituzten ikerketen ezaugarriak.

Ikerketa	Artikulu mota	Parte-hartzaileak	Esku-hartze protokoloa	Lortutako datuak	Emaitza nagusiak
Thieme et al. (2013) ⁽³³⁾	Entsegu klinikoa	60 paziente, besoko paresia, iktusa (<4 hilabete)	(1) Banakako MT. (2) MT taldean. (3) KT. -Tto: 20 saio: 30 min/egun, 5 astez.	- Δ ARAT: (1) $P=0.002^*$, (2) $P=0.002^*$, (3) $P=0.002^*$. Taldeen artean $P=0.44$ - Δ FMA (motorra): (1) $P<0.001^*$, (2) $P<0.001^*$, (3) $P<0.001^*$. Taldeen artean $P=0.71$ - Δ SIS: (1) $P<0.001^*$, (2) $P<0.001^*$, (3) $P<0.001^*$. Taldeen artean $P=0.78$ - Δ BI: (1) $P<0.001^*$, (2) $P<0.001^*$, (3) $P<0.001^*$. Taldeen artean $P=0.70$ - Δ SCT: (1) eta (2) artean: $P<0.01^*$	Hobekuntza estatistikoki esanguratsua parte-hartzaile guztietan ARAT, MFA, SIS eta BI kasuetan. Ezberdintasun esanguratsurik ez taldeen artean kasu hauetan. SCT: Ezberdintasun esanguratsua (1) eta (2) artean.
Invernizzi et al. (2013) ⁽³⁴⁾	Entsegu klinikoa	26 paziente, besoko paresia, iktusa (<4 aste)	1. MT taldea (n=13): RBa + MT. 2. KT (n=13): RBa + terapia simulatua. -MT: 30 min/egun (1,2 asteak), 1h/egun (3,4 asteak). -RBa: 1h/egunean, 5 egun/astean, 4 astez.	- Δ FIM: MT: $P<0.05^*$, KT: $P<0.05^*$ Taldeen artean: $P<0.001^*$ - Δ ARAT: MT: $P<0.05^*$, KT: $P<0.05^*$ Taldeen artean: $P<0.001^*$ - Δ MI: MT: $P<0.05^*$, KT: $P<0.05^*$ Taldeen artean: $P<0.001^*$	Bi taldeetako pazienteek hobekuntza estatistikoki zein klinikoki esanguratsuak aldagai guztietan. MT jaso duten pazienteek KT-rekin alderatuz hobekuntza handiagoak FIM, ARAT eta MI aldagaietan.
Park et al. (2015) ⁽³⁵⁾	Entsegu klinikoa	30 paziente, hemiplegia, iktusa fase kronikoan (>6 hilabete)	1. MT taldea (n=13): RBa + MT. 2. KT (n=15). RBa + Terapia simulatua. -MT: (30 min/egun, 5 egun/astean, 4 astez) -Terapia simulatua: 30 min/egun, 5 egun/astean, 4 astez.	- Δ FMA: Taldeen artean: $P=0.000^*$ - Δ BBT: Taldeen artean: $P=0.002^*$ - Δ FIM (orokorra): Taldeen artean: $P=0.008^*$ - Δ FIM (norbanakoaren zaintza): Taldeen artean: $P=0.001^*$	GGA-ren funtzioaren, koordinazio gaitasunen, EBOJ burutzeko gaitasunen eta norbanakoaren zaintzarako gaitasunaren hobekuntza estatistikoki esanguratsua MT taldean.

2. Taula: Jarraipena.

Ikerketa	Artikulu mota	Parte-hartzaileak	Esku-hartze protokoloa	Lortutako datuak	Emaitza nagusiak
Colomer et al. (2016) ⁽³⁶⁾	Entsegu klinikoa	31 paziente, besoko funtzioa gogor kaltetua, iktusa fase kronikoan (>6 hilabete)	1. MT taldea (n=15). 2. KT (n=16) (mobilizazio pasiboak). -Tto: 24 saio: 45 min/egun, 3 egun/astean.	- Δ WMFT (denbora): MT: $P=0.002^*$, KT: $P=0.002^*$. Taldeen artean: $P>0.05$ - Δ WMFT (gaitasuna): MT: $P=0.001^*$, KT: $P=0.001^*$. Taldeen artean: $P>0.05$ - Δ FMA: MT: $P>0.05$, KT: $P>0.05$ Taldeen artean: $P>0.05$	WMFT-aren denboraren eta gaitasunaren azpi-eskaletan hobekuntza estatistikoki esanguratsua bi taldeetan. Ezberdintasun esanguratsurik ez taldeen artean kasu hauetan. Ezberdintasun esanguratsurik ez FMA aldagaiari dagokionez.
Samuelkamalesh kumar et al. (2014) ⁽³⁷⁾	Entsegu klinikoa	20 paziente, iktusa (<6 hilabete)	1. MT taldea (n=10). 2. KT (n=10). -MT: 30 saio: 2x30'/egun, 5 egun/astean, 3 astez. -RBA: 6h/egun, 5 egun/astean, 3 astez.	- Δ FMA: MT: $P=0.005^*$, KT: $P=0.01^*$ Taldeen artean: $P=0.008^*$ - Δ Brunnstrom (besoa): MT: $P=0.001^*$, KT: $P=0.004^*$, Taldeen artean: $P=0.003^*$, - Δ Brunnstrom (eskua): MT: $P=0.02^*$, KT: $P=0.37$, Taldeen artean: $P=0.003^*$, - Δ BBT: MT: $P=0.02^*$, KT: $P=0.31$, Taldeen artean: $P=0.022^*$.	Hobekuntza estatistikoki esanguratsua aldagai eta talde guztietan Brunnstrom eskalako eskuko azpi-eskalan kontrol taldeak eta BBT eskalan kontrol taldeak izan ezik. Kasu guztietan hobekuntza estatistikoki esanguratsua bi taldeen artean.
Ikerketa	Artikulu mota	Parte-hartzaileak	Lortutako datuak		Emaitza nagusiak
Thieme et al. (2018) ⁽¹¹⁾	Errebisioa	62 artikulu, 1982 parte-hartzaile	- Δ Funtzio motorra (SMD 0,47; IC 95%: 0,27-0,67; n=1173; 36 ikerketa) - Δ Ezgaitasun motorra (SMD 0,49; IC 95%: 0,32-0,66; n=1292; 39 ikerketa) - Δ EBOJ (SMD 0,48; IC 95%: 0,30-0,65; n=622; 19 ikerketa) - Δ Mina (SMD -0,89; IC del 95%: (-1.67)-(-0.11); n=248; 6 ikerketa) - Δ Negligentzia bisuoespaziala (SMD 1.06, IC 95%: (-0.10)-(2.23); n=175; 5 ikerketa)		Kalitate ertaineko ebidentzia funtzio motorren, ezgaitasun motorren eta EBOJ-en hobekuntzan. Kalitate baxuko ebidentzia minaren hobekuntzan. Eragin argirik ez negligentzia bisuoespazialaren hobekuntzan.

Siglak: MT: Ispilu terapia (Mirror Therapy); RBA: Errehabilitazio arrunta; KT: Kontrol taldea; Tto: Tratamendua; n: Lagina; ARAT: Action Research Arm Test; FMA: Fugl-Meyer Assessment; SIS: Stoke Impact Scale; BI: Barthel Index; SCT: Star Cancellation Test; FIM: Functional Independence Measure, MI: Motricity Index; BBT: Box and Block Test; GGA: Goiko gorputz adarra; EBOJ: Eguneroko Bizitzako Oinarrizko Jarduerak; WMFT: Wolf Motor Function Test; SMD: Estandarizatutako batezbesteko desberdintasunak; IC: Arrisku konparagarriak. P balioa: Esanguratsua $P<0.05^*$.

3.4. HAUTATUKO IKERKETEN ONDORIO NAGUSIAK

Errebisio hau burutzeko hautatu diren 10 artikuluetan atera diren ondorio nagusiak

3. Taulan laburtzen dira.

3. Taula: Errebisioan barneratuak izan diren ikerketen ondorio nagusiak.

Ikerketa	Ondorio nagusiak
Rosipal et al. (2019) ⁽³⁰⁾	Ispilu terapiak, iktusaren ondorengo funtzio motorraren errekupeazioan laguntzeaz gain, garuneko aktibitate elektrikoan epe luzeko aldaketak eragiten ditu.
Michielsen et al. (2011) ⁽³¹⁾	Iktus kronikoa duten pazienteengan ispilu terapiak epe laburrean eraginkortasuna du funtzio motorraren hobekuntzan. Lehenengo aldiz teknika hau kortexaren berrantolaketarekin erlazionatu da.
Zhang et al. (2018) ⁽²⁴⁾	Ispilu terapiak M1 kortex motor primario ipsilesionalaren aktibazioa erraztu dezake ispilu neuronen sistemaren laguntzarekin.
Deconinck et al. (2015) ⁽³²⁾	Ispilu bidezko feedback bisualak sare neuronal motorrean eragin handia izan dezake, nagusiki ekintzaren kontrolean kognizioaren sartze handiagoaren bidez.
Thieme at al. (2013) ⁽³³⁾	Ispilu terapia, kontrol taldearekin alderatuz, ez zen eraginkorragoa izan funtzio motorra, EBOJ-etan independentzia eta bizi kalitatea hobetzeko. Ispilu terapiak neglijentzia bisuoespazialean efektu positiboa eduki dezake. Teknika hau talde interbentzio moduan aplikatzea posible da (limitazioak egon daitezke neglijentzia bisuoespaziala eta adimen urritasuna duten pertsonekin).
Invernizzi et al. (2013) ⁽³⁴⁾	Ispilu terapia metodo erraza eta etorkizun oparokoa da iktus subakutuaren osteko goiko gorputz adarraren errekupeazio motorra hobetzeko, batez ere errekupeazio motor partziala aurkezten duten pazienteetan.
Park et al. (2015) ⁽³⁵⁾	Ispilu terapiak goiko gorputz adarraren funtzioa hobetzen du, eta honek aldi berean EBOJ-en errendimendua hobetzen du. Teknika hau eraginkorra da goiko gorputz adarraren funtzioa, eta honekin batera, EBOJ-en barne, norberaren zainketa hobetzeko.
Colomer et al. (2016) ⁽³⁶⁾	Ispilu terapiak, mobilizazio pasiboekin alderatuz, efektu mugatua baina positiboa du iktusaren fase kronikoan goiko gorputz adarraren funtzio motorra hobetzeko. Teknika hau eraginkorragoa izan daiteke hemiparesia arina edo moderatua tratatzeko, fase kronikoan barne, hemiparesia gogorra tratatzeko baino.
Samuelkamal eshkumar et al. (2014) ⁽³⁷⁾	Ispilu terapiak besoaren errendimendu motorra hobetzen du iktusaren aldi goiztiarrean, hobekuntza handiagoak lortuz kontrol taldearekin alderatuz. Iktusaren errehabilitaziorako ispilu terapia bere gain hartzen duen programak, modu osagarrian besoaren entrenamendu bilateralarekin konbinatuta, efektu onuragarriak izan ditzake.
Thieme at al. (2018) ⁽¹¹⁾	Ispilu terapia eraginkorra da goiko gorputz adarraren funtzio motorra eta ezgaitasun motorra hobetzeko, EBOJ burutzeko gaitasuna hobetzeko eta mina hobetzeko, iktusa jasan ondorengo errehabilitazio konbentzionalarekin batera burututa.

3.5. ENTSEGU KLINIKOEN KALITATE METODOLOGIKOA

Errebisio honetan zazpi entsegu kliniko aztertu dira. Kalitate metodologikoaren ebaluazioaren emaitzak **4. Taulan** laburtzen dira.

4. Taula: Errebisioan barneratuak izan diren ikerketen ebaluazio metodologikoa PEDro eskala* erabiliz

Irizpidea	Rosipal et al. (2019) ⁽³⁰⁾	Michielsen et al. (2011) ⁽³¹⁾	Thieme et al. (2013) ⁽³³⁾	Invernizzi et al. (2013) ⁽³⁴⁾	Park et al. (2015) ⁽³⁵⁾	Colomer et al. (2016) ⁽³⁶⁾	Samuelkamash kumar et al. (2014) ⁽³⁷⁾
1. Hautagarritasun-irizpidea	Ez	Bai	Bai	Bai	Ez	Bai	Bai
2. Ausazko esleipena	0	1	1	1	1	1	1
3. Esleipen ezkutua	0	1	1	0	0	1	0
4. Oinarriko konparagarritasuna	0	1	1	1	0	1	1
5. Paziente itsuak	0	0	0	0	0	0	0
6. Terapeuta itsuak	0	0	0	0	0	0	0
7. Ebaluatzaile itsuak	0	1	1	0	0	1	1
8. Jarraipen egokia	1	1	1	1	0	1	1
9. Asmoaren azterketa	0	1	1	0	0	1	0
10. Taldeen arteko konparazioa	0	1	1	1	1	1	1
11. Estimazio eta aldakortasun puntualak	1	1	1	1	1	1	1
Puntuazio totala	2	8	8	5	3	8	6

*PEDro eskala PEDro web orritik atea da Rosipal et al. eta Colomer et al. kasuetan izan ezik, zeinak gure taldeak baloratu dituen.

4. EZTABAIDA

Ispilu terapia gaur egun iktusaren ondorengo hemiparesian errekupeazio motorra hobetzeko erabiltzen den tekniketako bat da. Interbentzio honek ispilu bidezko ilusioa erabiltzen du gorputz adar osasuntsuaren mugimendua gorputz adar paretikoaren mugimendua balitz bezala irudikatuz. Teknika erraz eta ekonomikoa da, garuna modu ez inbasiboan estimulatu dezakeena. Izan ere, oinarri neuronala du, baina honen atzean dauden mekanismo neuralak oraindik ez daude argituta (34,38). Argi dagoena da plastikotasun neuronala Nerbio Sistema Zentraleko (NSZ) maila

ezberdinetan gertatzen dela, baina Nojima et al.-ek egindako ikerketaren arabera, F uhina (bizkar-muineko motoneuronen kitzikakortasuna neurtzen duen parametroa) ez zen aldatu ispilu bidezko tratamendua egin zenean, hortaz, uste da teknika honen bidez gertatzen den plastikotasun neuronala maila supraespinalean gertatzen dela, zehazki garuneko M1 kortez motor primarioan (39).

M1 kortez motor primarioa lobulu frontalean kokatzen da (**3. Irudia** eta **4. Irudia**), eta gorputzeko alde kontralateraleko mugimenduak gauzatzeko garuneko area garrantzitsuenetariko bat da. Atzeko kortez parietala (mugimenduaren planifikazioa), kortez aurre-motorra (mugimenduaren behaketa) eta area motor osagarria (koordinazio bimanuala) ere koordinatzen dira mugimendua kontrolatzeko (**4. Irudia**). Zerebeloak paper garrantzitsua hartzen du kontrol eta ikasketa motorrean. Area hauetatik beherantz abiatzen diren traktu neuralen zuntz gehienak enbor entzefalikoan beste aldera gurutzatzen dira gorputzeko alde kontralaterala inerbatzeko, zuntz gutxi batzuk alde ipsilateralera bideratzen direlarik. Gainera, giza garunak bereizgarri du askotariko area sentzoriomotor euren artean komunikatzen dituen sare neuronal konplexua (38).

Uste da iktusaren ondorengo paresia nagusiki garuneko barneko kapsularen kalte atzeraezinaren ondorioz gertatzen dela. Hala ere, gerta liteke lehenengo egunetan edo asteetan gai zuriaren hantura eta edema egotea, zeinek seinale kortikofugalen aldi baterako etenaldia eragin dezaketen, behin hantura eta edema gutxitzen direnean mantendu daitekeen paralisi “ikasia” utziz (40). Paralisi “iraunkor” honen gainean dagoen paralisi “ikasi” hau potentzialki landua izan daiteke ispilu terapiaren bidez (40). Errebisio honetan mekanismo hauek aztertzen eta lortutako datuak klinikan lortutako hobekuntzekin lotzen saiatu gara.

4.1. AURKIKUNTZA NEUROFISIOLOGIKOEN EZTABAIDA

Lan honetan atera den lehen ondorioa honakoa da:

1) *“Ispilu terapia istripu zerebroaskularraren ondorioz eragindako garun kaltearen errehabilitazioan kortexaren berrantolaketarekin erlazionatzen da (31), garuneko aktibitate elektrikoan epe luzeko aldaketak eraginez (24,30)”*.

Rosipal et al.-ek EEG bidez egindako ikerketan mugimendu pasiboen zein aktiboen behaketarekin erlazionatutako 5 erritmo oszilatario identifikatu zituzten, horietako bat mu erritmoa, zeina modu esanguratsuan mugimendu boluntarioarekin erlazionatu ahal izan zen. Are gehiago, ispilu terapia bidezko entrenamenduaren bidez epe luzera mu erritmoaren atsedean egoera handitzen zela ikusi zen eskuineko zein ezkerreko eremu somatosensorialetan, bai begiak irekita lantzerakoan, baita begiak itxita lantzerakoan ere. Hau da, honek esan nahi du ispilu terapiaren bidezko tratamenduak funtzio motorraren errekupeazioa sustatu dezakeela mugimendu boluntarioekin erlazionatzen den jardura neuronalaren alterazioaren bitartez (30). Baieztapen hau bat dator Michielsen et al.-en ikerketan ateratako ondorio batekin, izan ere, bertan lehen aldiz errehabilitazio teknika hau berrantolaketa kortikalarekin erlazionatu ahal izan zen. Euren emaitzen arabera, ispilu terapiaren bidez egindako interbentzioaren ondoren, M1 kortex motor primarioaren aktibazioaren desplazamendua gertatzen da erasandako hemisferioaren aldera (31). Hau bat dator beste ikerketa batzuekin, zeinek antzerako aldaketa adierazi zuten iktusaren ondorengo errekupeazio prozesuan (41). Eta aldi berean, ondorio hau zuzenki lotuta dago ikerketa honetan atera den bigarren ondorioarekin:

2) *“Ispilu terapiaren bidez eragindako feedback bisualak sare neuronal motorrean eragin handia izan dezake, nagusiki ekintzaren kontrolean kognizioaren sartze handiagoaren bidez (32), M1 kortex motor primario ipsilesionalaren aktibazioa erraztuz eta ondorioz garuneko bi hemisferioen arteko ezberdintasuna orekatuz, ispilu neuronen sistemaren laguntzarekin (24)”*.

Badira hainbat ikerketa lesioa izan den garuneko aurkako aldeko area motorraren aktibazioaren areagotzea funtzio motor okerragoarekin erlazionatzen dutenak (42,43). Aldiz, paziente errekupeatuagoetan garuneko bi hemisferioen aktibazio homogeneoagoa agertzen da (44). Michielsen et al.-en ikerketan bazirudien ispilu terapiaren bitartez hemisferioen arteko aktibazio oreka normaltasunera bideratzen zela. Emaitza hauen arabera, hemisferioen arteko aldaketa hau M1 kortex motor primario kontralesionalaren aktibazioaren gutxitzearen eraginez gertatu zen batez ere (31). Hau bat dator beste ikerketa batzuekin (24,32,42). Zhang et al.-en ikerketan ispilu terapia bidezko epe luzeko tratamenduak erasandako hemisferioaren alderantzko aktibazioa erraztu dezakeela ondorioztatzen da, zeina bat datorren beste

ikerketa batzuekin ere (31,32,45). Hala ere, mekanismo neurofisiologiko hauen atzean dagoen sare neuronala oraindik argi ez dagoen arren, ispilu neuronen sistemaren aktibazioak ispilu terapiaren bidez induzitutako plastikotasun funtzionalean paper garrantzitsua hartzen duela dirudi (24,32,46,47).

Ispilu neuronak lobulu frontaletan eta parietaletan aurkitzen diren neuronak dira (**3. Irudia**). Aberatsak dira komando motorrean, eta horietako bakoitzak estimuluak bidaltzen ditu mugimendu arruntak zein konplexuak produzitzeko kontrakzio muskularrak eraginez. Hala ere, subjektuak mugimendu bera egiten ari den beste pertsona bat ikusten duenean ere aktibatzen dira (38–40). Neurona hauek hainbat modalitate ezberdinen arteko interakzioa (ikusmena, komando motorrak, propiozepzioa) ezinbestekoa dute euren funtzioa betetzeko. Hortaz, iktusaren ondorengo errehabilitazioan ispilu bidezko feedback bisualaren eraginkortasunean zeresana izan dezakete (40). Izan ere, fMRI bidez egindako beste ikerketa batean (48), goiko zirkunboluzio tenporala (**5. Irudia**) aktibatu egin zen ispilu bidezko interbentzioan, ispilu bidezko feedback bisualaren eta ispilu neuronen sistemaren arteko lotura adieraziz (39). Hau bat dator Deconinck et al.-en ikerketarekin. Hauen arabera, ispilu bidezko feedback bisualak ispilu neuronekin elkartuta dauden area ezberdinen berehalako aktibazioa handitzen duela dirudi (M1 kortex motor primarioa eta goiko zirkunboluzio tenporal ipsilateral). Bi area hauek kobinatuta mugimendu biologikoaren imitazioarako eta gaitasun motorren eskuratzea lortzeko balio duen sarea osatzen da (49–51). Aldi berean, hau bat dator Arya-ren ikerketarekin. Honen arabera, goiko zirkunboluzio tenporalak eta goiko zirkunboluzio okzipitalak ispilu bidezko estimuluak prozesatzen laguntzen dute, azken hau atzeko kortex parietalarekin erlazionatzen delarik, zeina funtzio bisuomotorretarako garrantzitsua kontsideratzen den (38).

Ispilu neuronen sistemarekin lotuta, mu erritmoaren supresioa ispilu terapiaren bidezko entrenamendurekin hobetu daitekeela esan dugu (30), eta gauza bera adierazten da Zhang et al.-en ikerketan. Hau horrela izanik, mu erritmoa ispilu neuronen sistemaren adierazle espezifikoa izan daitekeela (24,52–54), eta aldi berean, ispilu neuronen sistema mugimenduaren imitazioarekin koerlazionatzen denez (55), neurona hauen aktibazioa istripu zerebrobaskularra izan duten pazienteen

ikasketa motorraren potentziala neurtzeko neurobiomarkadore moduan erabil daiteke planteatzen da (56).

Proposatzen den beste aukera bat lesio ez-osoarena da, hau da, gerta liteke ispilu neurona batzuk kaltetuak ez izatea, baina inaktibo egotea, edo euren jarduera inhibituta egotea eta aktibazio atalasea ez gaintitzea, area motorrak ere aldi baterako inaktibo geratuz. Hau horrela balitz, iradoki liteke ispilu bidezko feedback bisualak bere eraginkortasunaren zati bat ispilu neurona hauek estimulatzean oinarritzea, neurona motor hauek berrabiarazteko beharrezkoa den estimulu bisuala emanaz (40). Hala ere, ispilu bidezko feedback bisualaren efektua garun aktibazioan estimulu motaren araberakoa da ziurrenik (32).

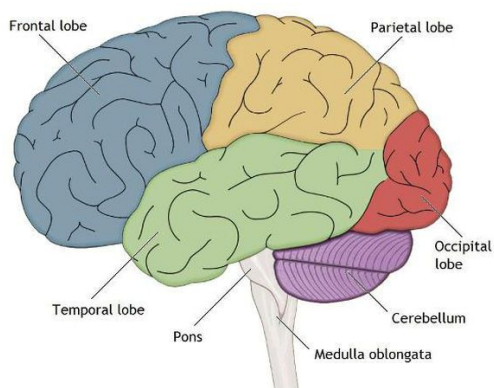
Bestalde, Ramachandran et al.-en ustez, garun kortex motorretik kontralateralki proiektatzen diren traktu kortikoespinalez gain, badira hainbat proiektzio ipsilateral ere (aurretik esan dugun bezala). Honen aurrean, ispilu terapia erabiliz bide ipsilateralak erreklutatzeke aukera ere planteatzen da (40). Hala ere, honen inguruan erantzunik gabeko galdera mordoa planteatzen dira (40), ikerketa gehigarriak justifikatuz.

Gainera, TMS (transcranial magnetic stimulation) bidez egindako ikerketa baten arabera, ispilu bidezko feedback bisualak M1 kortex motor primarioaren aktibazioa eragiten du (57). Hau bat dator Deconinck et al.-en ikerketarekin, zeinak esaten duen ispilu terapiaren bidez eragindako feedback bisualak sare neuronal motorrean eragin handia izan dezakeela. Hauen arabera, ispilu terapiak prozesu pertzeptiboen eta motorren kontrolean eragina izan dezake 3 sare funtzionalen bitartez. Sare horietako bat sare motorra da (32). Hainbat ikerketen arabera, hemisferio osasuntsuko M1 kortex motor primarioa, erasandako goiko gorputz adarrera proiektatuta, ispilu terapiaren efektu onuragarriak lortzeko mekanismo komuna kontsideratzen da. Izan ere, ebidentzia nahikoa dago ispilu bidezko feedback bisualak M1 kortex motor primario osasuntsuaren atalase motorra txikitzen eta erasandako aldearen irteera kortikoespinala handitzen duela esateko (58–61). Hau ziurrenik hemisferioen arteko inhibizioaren gutxiagotzearen bitartez (59) edota inhibizio intrakortikalaren gutxiagotzearen bitartez (62) gertatzen da. Errekuperazio funtzionala sare motor ipsilesionalaren parte-hartze mailarekin koerlazionatuta dagoela jakinik (63), hau

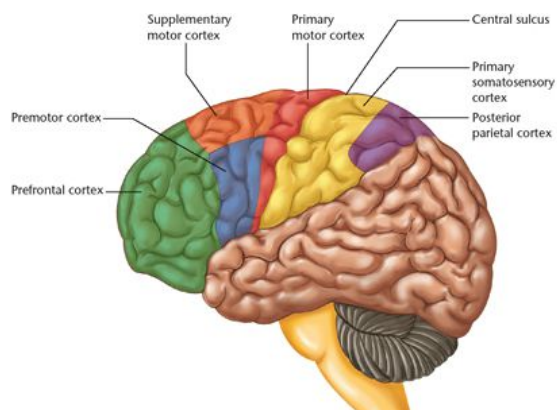
terapia honen efektu positibo bezala har daiteke (32). Hala ere, heldu osasuntsuekin egin diren beste ikerketa batzuetan ikusi da entrenatu gabeko eskuaren gaitasun motor hobea feedback bisualaren bitartez kortex motor ipsilateralarekin lortutako konexio funtzionalak ezarriz lortzen dela, modu honetan lortzen den errekupeazio motorra bi hemisferioen arteko oreka normalizatuarekin lortzen dena baino pobregoa izanik (64). Desadostasun honek errekupeazio prozesuan gerta daitezkeen 2 aldi ezberdin edo biztanleria zehatz batean lortutako emaitzak proposatu ditzake, zeinak ikerketa gehigarria justifikatzen duen (32).

Bestalde, area bisual eta somatosensorial primarioen eta sekundarioen aktibitatearen handiagotzeak inkongruentzia pertzeptiboa konpontzeko arreta-baliabideen handiagotzea iradokitzen du (65,66), eta hauek aktibatu egiten dira ispilu bidezko terapia jasotzean (24). Atzeko kortex zingulatuak (**6. Irudia**) (garuneko beste hainbat atalekin oso elkarri lotuta dagoena) informazio trukerako zentroa kontsideratzen da (67), eta portaeraren kontrol kognitiboan paper garrantzitsua esleitzen zaio (37). Precuneus kortexa (**6. Irudia**), aldiz, informazio bisuoespazialaren prozesamenduarekin eta arreta espazialaren norabidearekin lotzen da, batez ere koordinazio bimanualeko jardueretan (68,69). Esan dugun bezala, Michielsen et al.-en ikerketaren arabera, ispilu terapiaren tratamenduaren ondoren bi hemisferioen arteko aktibazio oreka normaltasunera bideratu da. Prozesu honetan, precuneus eta atzeko kortex zingulatuak (mugimenduen autokontrolaren eta erlazio espazialaren arduradunak) mugimendu bimanualean aktibazio esanguratsua adierazi zuten (31,38). Area berdina aktibatu dira Deconinck et al.-en ikerketan ere (32).

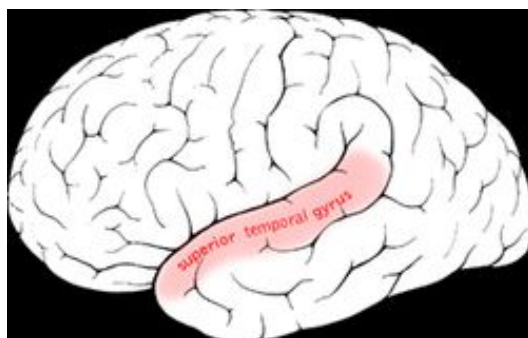
Jada aipatutako areez gain, ispilu terapiaren eraginpean kortex aurre-motorra (24,39), area motor osagarria (39) eta kortex aurrefrontal dortsolaterala (38,39) ere aktibatzen dira. Azken hau kognizioarekin dago erlazionaturik, hortaz, parte-hartze kognitiboak ispilu terapiaren bidez portaera motorrean sortutako aldaketetan eragin dezake (38). Hau guztiz bat dator Deconinck et al.-ek esandakoarekin: kognizioak sare motorrean eragina izan dezakeela (32).



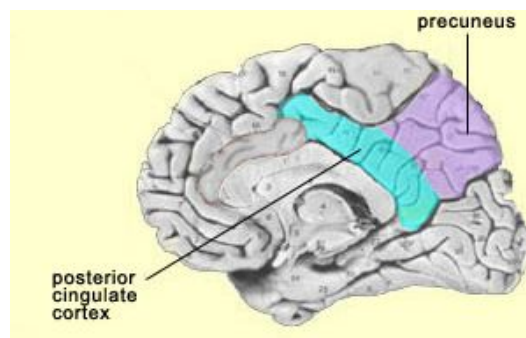
3. Irudia: Giza garuneko lobuluak (70).



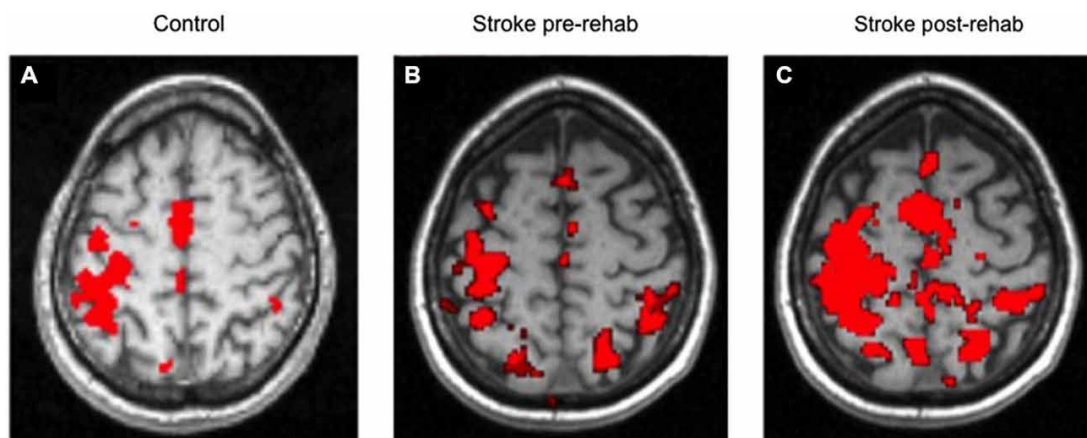
4. Irudia: Giza garuneko eremuak (71).



5. Irudia: Goiko zirkunboluzio tenporala (72).



6. Irudia: Precuneus kortexa eta atzeko kortex zingulatua (73).



7. Irudia: fMRI bidez lortutako irudien adibideak (74).

4.2. AURKIKUNTZA KLINIKOEN EZTABAIDA

Lan honetan atera den hirugarren ondorioa ondorengo da:

3) *“Ispilu terapia, errehabilitazio konbentzionalarekin batera burututa (11,34,37), teknika eraginkorra da iktusaren ondorengo errehabilitazioan funtzio motorra hobetzeko (11,30,31,34–37), bai fase akutuan (37), bai subakutuan (34), baita kronikoan ere (30,31,35,36)”*.

Samuelkamaleshkumar et al.-en ikerketan iktusaren ondorengo hemiparesiaren tratamendua aldi goiztiarrean ispilu terapiarekin konbinatuta egiterakoan, hobekuntza motorrak kontrol taldearekin alderatuta hobeak izan zirela ikusi zen. Aurretik egindako ikerketa batzuetan (27,75) hobekuntza hauek muskulu distaletan soilik gertatu ziren. Aldiz, ikerketa honetan kontrol motorra proximalki ere hobetu zen, Brunnstrom eskalako besoko azpi-eskalak adierazten duen moduan. Gertaera hau tratamenduan zehar besoen entrenamendu bilaterala eta jarduera graduatuak sartzearekin erlazionatuta egon daiteke (37). Aldiz, alde distalaren hobekuntza motor handiagoa aurreko ikerketa batzuetan lortutako aurkikuntzekin lotuta egon daiteke: hauen arabera, ispilu terapiaren eraginak errendimendu motorrean agerikoagoak dirudite terapiaren hasierako unean funtzio distalik ez duten pazienteengan (27,75). Honek zeresan klinikoak ditu, izan ere, istripu zerebrobaskularraren osteko errehabilitazioan erabiltzen diren terapia gehienek hobekuntzak eragin ditzakete soilik terapia hasieran funtzio motor distala partzialki mantendua dagoenean (27). Aurkikuntza hauek aurretik egindako beste ikerketa baten gomendioak babesten ditu. Honen arabera, iktusaren ondoren goiko gorputz adarrean kaltea duten pazienteengan ispilu terapiak eragin positiboa izan dezake funtzioa berreskuratzeko aldi goiztiarrean aplikatuz gero (76). Antzerakoa dio beste ikerketa batek ere, zeinak adierazten duen ispilu terapiaren aplikazioak, iktusa jasan eta 8 aste igaro ondoren aplikatuz gero, hobekuntza funtzionalak eragin zituela (27).

Emaitza hauek ez datoz bat Thieme et al.-ek 2013an egindako ikerketan ateratako emaitzekin (33). Ikerketa honetan ez da hobekuntza esanguratsurik lortu ispilu terapia bidez tratatua izan den taldean kontrol taldearekin alderatuz, ez funtzio motorrean, ezta EBOJ-etan ere. Emaitza positiboagoak lortu dituzten ikerketekin alderatuta, ikus daiteke Thieme et al.-ek erabilitako tratamendu dosia txikiagoa dela

bai intentsitatean, baita frekuentzian ere. Honek zeresana izan dezake emaitza hauek interpretatzerakoan, izan ere, ebidentziak dio efektu hobeak lortzen direla ispilu terapiaren intentsitatea handiago denean (77). Gainera, Thieme et al.-en ikerketan pazienteek aurkezten zuten goiko gorputz adarraren narriadura maila larria zen, FMA eskalan batezbeste 7,7 puntukoa. Eta jakina da narriadura motorraren hasierako larritasun maila istripu zerebrobaskularren errekupeazioaren aldagai pronostiko garrantzitsuena dela (78,79). Zehazki, iktusa jasan eta 4 astetara FMA eskalan 18 puntutik gora izatea 6 hilabete barru edukiko den trebetasun mailaren iragarle independentea da (78). Are gehiago, FMA eskalaren hasierako balioak 21 eta 35 artean badaude, ispilu terapia bidezko interbentzio baten ondorengo hobekuntza iragarri daiteke (80). Hau horrela izanik, ikerketa honetan parte hartu zuten pazienteek errekupeaziorako pronostiko txarra aurkezten zutela esan daiteke (33).

Invernizzi et al.-en ikerketan iktusaren ondorengo hemiparesiaren tratamendua fase subakutuan ispilu terapiarekin konbinatuta egiterakoan, hobekuntza motorrak kontrol taldearekin alderatuta hobeak izan zirela ikusi da. Emaitza hauek bat datoz beste ikerketa batzuekin, zeinetan antzerako emaitzak lortu ziren fase akutuan (27,81) zein kronikoan (31,76). Emaitza hauek teoriar oinarrituz azaldu daitezke: M1 kortex motor primarioaren lesio partziala duen hemisferioaren funtzionaltasuna kortex aurre-motorraren aktibazioaren bidez hobetu daiteke, honek M1-aren edo traktu kortikoespinalaren aktibazioa erraztu dezakeelako (82). Kortex aurre-motorra kontrol motorra bermatzeko area kritikoa da, eta bere funtzioa erabakigarria da garun lesioaren ondorengo errekupeazio motorrean (83).

Rosipal et al.-ek, Michielsen et al.-ek, Park et al.-ek eta Colomer et al.-ek ispilu terapiak funtzio motorrean duen eragina aztertu zuten fase kronikoan. Lau kasuetan interbentzioak hobekuntza motorrak ekarri zituen (30,31,35,36), baina Colomer et al.-en kasuan efektua mugatua izan zela esan daiteke (36). Izan ere, istripu zerebrobaskularra gertatu denetik denbora pasa ahala, espero den errekupeazio maila txikiagoa da, errekupeazio endogenorako mekanismoak gutxitzen doazen heinean (84). Gainera, ikerketa honetan pazienteek aurkezten zuten goiko gorputz adarraren narriadura maila larria zen, FMA eskalan 19 puntu baino gutxiagorekin (36), Thieme et al.-ek 2013an egindako ikerketan bezala, hortaz, errekupeaziorako pronostiko txarra aurkezten zuten hauek ere. Honetaz gain, ikerketa honetako

pazienteetan narriadura somatosensoriala ere ageri zen, eta jakina da faktore hau adarretako trebetasun faltaren iragarlea dela lesioa jasan eta urtebetera (85), eta aldi berean gaitasun funtzional urriagoarekin erlazionatzen dela (86,87).

Rosipal et al.-en kasuan hobekuntza arina izan zen (30). Michielsen et al.-en eta Park et al.-en kasuan, funtzio motorraren hobekuntza esanguratsua izan zen (31,35). Emaizta hau bat dator beste ikerketa batzuekin: Summers et al.-ek egindako ikerketan ikusi zen entrenamendu motor bilaterala eraginkorra dela kortex motorraren jarduera hobetzeko eta funtzio motorrak errekuperatzen laguntzeko iktusa jasan duten pazienteak fase kronikoan daudenean, FMA eskalan hobekuntzak emanez (88). Bestalde, Yavuzer et al.-en ikerketan ondorioztatzen da pazienteari bere bi eskuak modu simetrikotan mugitzen direla sentiarazten dioten ilusio bisualek aldi berean aktibatzen dituztela garuneko bi hemisferioak, adar paretikoaren kitzikakortasuna handituz (76). Hala ere, Michielsen et al.-en kasuan, hobekuntza hauek ez dira mantendu 6 hilabete pasatu ondoren (31). Gertaera hau ez dator bat Yavuzer et al.-en ikerketan lortutako emaitzekin. Kasu honetan, funtzio motorraren eta EBOJ-en hobekuntza mantendu da 6 hilabetera jarraipeneko balorazioa egin denean (76). Desadostasun hau bi ikerketen arteko desberdintasunekin justifikatu daiteke: alde batetik, Yavuzer et al.-en kasuan EBOJ neurtzeko tresna sentikorragoak erabili ziren, eta bestalde, Yavuzer et al.-en kasuan pazienteak oraindik errehabilitazio zentroan aurkitzen ziren, eta Michielsen et al.-en kasuan, aldiz, jada euren etxeetan, euren egunerokotasuneko ohiturak euren desgaitasunetara ondo egokituta zeudelarik. Ondorioz, funtzio motorraren hobekuntzak aldaketa txikiagoak eragin zitzaketen ohitura horietan. Eta gainera, aldaketa horiek ez zirenez pazienteen bizitzan integratu, honek ere 6 hilabetera funtzioaren hobekuntza esanguratsua ez mantentzea justifikatu dezake (31). Hala ere, esan beharra dago 6 hilabetera klinikoki esanguratsua den %10eko hobekuntza mantendu ez zen arren (89), ikuspuntu kliniko batetik paziente hauetan edozein hobekuntza etorkizun oparokoa dela (31).

Garrantzitsua da aipatzea eztabaidatzen ari garen ikerketetan funtzio motorraren hobekuntza neurtzeko eskala ezberdinak erabili direla. Hala ere, horietako gehienak elkarren artean konparagarriak dira. FMA eta ARAT testak alderatuz, esaterako, FMA-k goiko gorpuz adarren mugikortasuna baloratzen du modu analitiko batean, baina biak modu berean dira sentikorrek iktusa jasan ostean errekuperazio motorra

baloratzeko (90). Gainera, ARAT sendoki koerlazioztatzen da ez bakarrik FMA-rekin, baizik eta goiko gorputz adarraren funtzio motorra baloratzeko beste hainbat eskalekin ere, BBT esaterako (91).

Thieme et al.-ek 2018an egindako errebisioan iktusa jasan duten pazienteetan ispilu terapiaren bidez egindako tratamenduaren eraginkortasuna aztertu zen. Hauen arabera, teknika hau, tratamendu konbentzionalarekin batera aplikatuta, kontrol moduko interbentzio bat baino eraginkorra izan daiteke goiko zein beheko gorputz adarraren funtzio motorra hobetzeko. Gainera, metaanalisiak adierazi zuen hobekuntzak 6 hilabete pasatu ostean mantendu egin zirela (11). Hau bat dator, ikusi dugun moduan, Yavuzer et al.-en ikerketarekin (76). Gainera, iktusaren fasearen arabera egindako azpi-taldean analisisan ikusi ahal izan zen ispilu terapia eraginkorra izan zela bai fase akutuan/subakutuan (iktusa jasan eta lehen 6 hilabeteetan), baita fase kronikoan ere (iktusa jasan eta 6 hilabete baino gehiago pasa zirenean) (11), gure 3. ondorioarekin bat datorrena.

Goiko gorputz adarraren funtzio motorren hobekuntzak funtzionaltasunaren hobekuntzak ekar ditzake goiko gorputz adarraren kontrolean (92). Hau bat dator ikerketa honetan atera den 4. ondorioarekin:

4) *“Ispilu terapia, errehabilitazio konbentzionalarekin batera burututa (11), teknika eraginkorra da iktusaren ondorengo errehabilitazioan eguneroko bizitzako oinarrizko jarduerak burutzeko gaitasunak hobetzeko (11,35), baita EBOJ hauen barne norberaren zainketa hobetzeko ere (35)”*.

Park et al.-en ikerketaren arabera, esan dugun moduan, goiko gorputz adarraren entrenamendu bilateralak ispilu terapia erabiliz funtzio motorren hobekuntza ekarri zuen, eta honek, aldi berean, EBOJ-en errendimendua hobetu zuen. Zehazki, modu esanguratsuan hobetu zen azpi-atal bat norberaren zainketarena izan zen (35). Azpi-atal honen hobekuntza oso garrantzitsua da EBOJ burutzeko orduan (76). Hau da, pertsona bat ez bada gai bere zainketa modu independentean egiteko, ez da gai izango modu independentean bizitzeko, beste pertsona baten dependentzia izango duelarik eguneroko bizitzako oinarrizko jarduerak burutzeko (35). Thieme et al.-ek 2018an egindako errebisioan ere ondorio bera atera zuten: iktusa jasan duten pazienteetan ispilu terapia, tratamendu konbentzionalarekin batera aplikatuta, kontrol moduko

interbentzio bat baino eraginkorra izan daiteke EBOJ-en hobekuntza lortzeko. Gainera, aurretik aipatu dugun moduan, errebisio honen arabera emaitza positiboak 6 hilabete pasatu ostean ere mantendu ziren (11), beraz, onartu daiteke EBOJ burutzeko gaitasunaren hobekuntza ere denboran zehar mantendu egin zela.

Lan honetan atera den 5. ondorioa ondorengo da:

5) *“Ispilu terapia, errehabilitazio konbentzionalarekin batera burututa, teknika eraginkorra da iktusaren ondorengo errehabilitazioan mina hobetzeko (11)”*.

Baieztapen hau Thieme et al.-ek 2018an egindako errebisiotik atera da. Hala ere, komenigarria litzateke ondorio hau arretaz aztertzea. Izan ere, kalitate baxuko ebidentziak babesten du, euren lanean min erregional konplexuaren sindromea pairatzen zuten pazienteak barneratzen zituzten ikerketak kanporatu ondoren, ez baizuten minaren gain estatistikoki esanguratsua den efekturik topatu (11). Bestalde, min erregional konplexuaren sindromea pairatzen zuten pazienteen ikerketak kontutan izanda, minaren gain efektu selektibo bat adierazten zuten seinale batzuk aurkitu zituzten. Hala eta guztiz ere, hau bi ikerketetan soilik oinarritzen da, beraz, ezinezkoa da ondorio zehatzik ateratzea (11).

Errebisio honetan atera den 6. ondorioa jarraian adierazten da:

6) *“Ispilu terapiak efektu positiboa eduki dezake iktusa jasan ondorengo errehabilitazioan neglijentzia bisuoespaziala tratatzeko (33)”*.

Thieme et al.-ek 2013an egindako ikerketan ispilu terapiaren tratamenduaren ondoren efektu esanguratsuak lortu zituzten neglijentzia bisuoespazialaren hobekuntzan (33). Ondorio hau ez dator guztiz bat Thieme et al.-ek 2018an egindako errebisioarekin. Izan ere, bertan lortutako neglijentzia bisuoespazialaren inguruko emaitzak ez ziren estatistikoki esanguratsuak izan (11). Hala ere, ondorio hauek arretaz aztertu beharko lirateke, paziente talde txiki bat soilik analizatu baitzen bi kasuetan (11,33). Dohle et al.-ek egindako ikerketa batean gorputzaren erreflexuaren eta koordinada espazialen erreflexuaren substratu neuronal desberdinak aurkitu zituzten (93). Ispilu terapiaren tratamendua jaso bitartean, goiko zirkunboluzio tenporala aktibatzen da (48). Area honek paper garrantzitsua har dezake presentziaren, eta ziurrenik, neglijentziaren errehabilitazioan, hortaz, ispilu terapiaren bidez neglijentzia bisuoespazialean eragin daitekeela ondorioztatzen da (94). Hala

eta guztiz ere, hobekuntza esanguratsu hau banakako ispilu terapia jaso zuten pazienteengan soilik ikusi da, eta ez taldeko ispilu terapia jaso duten pazienteengan. Honek esan lezake taldeko tratamendua jaso zuten pazienteek zailtasun gehiago izan zituztela terapian zehar atentzioa mantentzeko. Hau lan honetan atera den 7. eta azken ondorioarekin lotuta dago:

7) *“Ispilu terapia talde interbentzio moduan aplikatzea posible da. Hala ere, limitazioak egon daitezke neglijentzia bisuoespaziala eta adimen urritasuna duten pertsonekin aplikatzen denean (33)”*.

Thieme et al.-ek 2013an egindako ikerketan ispilu terapia talde moduan aplikatzea banakako moduan aplikatzearekin konparagarria zen edo ez ikertu zuten, tratamenduaren uzte-tasari eta protokoloaren betetze mailari dagokionean. Eta emaitza positiboa izan zen, iktusa jasan ostean goiko gorputz adarreko hemiparesia gogorra zuten pazienteetan ere (hauen kasuan arraroa izan ohi da tratamendua taldean egitea). Hala ere, esan dugun moduan, neglijentzia bisuoespaziala pairatzen zuten pazienteen kasuan tratamenduan zehar arreta mantentzeko zailtasunak aurkeztu zituzten, hortaz, ondorioztatzen da neglijentzia edo arretaren defizita duten pazienteen kasuan ez dela eraginkorra tratamendua taldean egitea. Dena den, oro har, taldeko tratamenduaren uzte-tasa eta jasotako interbentzio kopurua banakako tratamenduarekin alderatuta antzekoak izan ziren, horregatik ondorioztatzen da iktusa jasan duten pazienteetan, nahiz eta ezgaitasun maila altua izan, ispilu bidezko tratamendua taldean egitea posible dela (33).

4.3. AURKIKUNTZA NEUROFISIOLOGIKOEN ETA KLINIKOEN ARTEKO ERLAZIOA

Iktusaren ondorengo goiko gorputz adarraren hemiparesiaren tratamenduan funtzio motorra hobetzeko ispilu terapiak ebidentzia moderatua duela ondorioztatu da. Gainera, interbentzio honek garun plastikotasunean eragiten du, batez ere M1 kortex motor primario ipsilesionalaren aktibazioa erraztuz. Hainbat ikerketek funtzio motorraren errekupeazioaren eta garunaren aktibazioan gertatzen diren aldaketen artean korrelazioa adierazi dute (41,42,64), baina hau ez da beti gertatzen (95,96), zeinak esan nahi duen garuneko berrantolaketaren eta funtzio motorraren hobekuntzaren arteko erlazioak konplexua izaten jarraitzen duela (31). Puntu honetan

ispilu terapiaren aplikazioa egiten den bitartean datu neurofisiologikoen azterketa egitearen garrantzia azpimarratu behar da, datu hauei esker lortuko dugulako terapia honen ekintza mekanismoa hobeto ulertzea eta tratamendua aplikatzerako orduan jarraitu beharreko irizpideak determinatzea.

4.4. ERREBISIOAREN MUGAK

Bilaketa prozesu zabala egin denez, gaiaren inguruko ikerketa guztiak identifikatu direla uste da. Hala ere, beti egongo da publikazio alborapen arrisku txiki bat.

Bestalde, landu diren ikerketen artean heterogeneotasuna aurkitu da hainbat aspektutan: ikerketaren diseinuan (entsegu klinikoak eta errebisioak, parte-hartzaileen hautaketa irizpideak, tratamenduaren iraupena, etab.), parte-hartzaileen ezaugarrietan (narriadura motorren larritasuna, iktusa jasan dutenetik igaro den denbora, etab.), eta interbentzioaren ezaugarrietan (tratamendu denbora, tratamenduaren diseinua, etab.). Honetaz gain, ikerketa bakoitzean datuak aztertzerako orduan erabili diren metodoak ere desberdinak izan dira, honek euren arteko konparaketa zailtzen duelarik.

Gainera, interbentzio mota hauen baldintza esperimentalek bai interbentzioa burutu duten fisioterapeuten eta baita parte-hartzaileen itsutzea galarazi zuten. Izan ere, jakina da itsutze hau ez dela egingarria interbentzio mota hauetan (11).

Honetaz gain, oro har ikerketa guztietan laginak erlatiboki txikiak izan ziren, parte-hartzaileek hautaketa irizpide zehatzak bete zituzten, hainbat kasutan epe luzerako jarraipen egokia egitea ezinezkoa izan zen, etab. Hortaz, kasu askotan emaitzak orokortzea zaila izaten da.

5. ONDORIOAK

Iktusaren ondorengo goiko gorputz adarraren hemiparesiaren tratamenduan funtzio motorra hobetzeko ispilu terapiak ebidentzia moderatua duela ondorioztatu da. Gainera, argi geratu da interbentzio honek garun plastikotasunean eragiten duela, batez ere M1 kortex motor primario ipsilesionalaren aktibazioa erraztuz. Hala ere, ikerketa gehiago behar dira hobekuntza klinikoak eta feedback bisualaren bidezko garun plastikotasunaren patroia zuzenean konparatzen dituztenak, aktibazio patroia

hau hobekuntza klinikoekin bat datorren baieztatu ahal izateko. Dena den, honen inguruko ikerketa gehigarriak justifikatuak dauden arren, eztaba daezina da ispilu bidezko feedback bisualak eragin modulatzailer sendoa duela sistema motorrean. Hortaz, egokia litzateke ispilu terapia tratamendu arruntarekin bateratuta aplikatzea iktusa jasan duten pazienteen errekupeazioan, baina ez da argi geratzen terapia honek funtzio motorra hobetzeko bestelako interbentziorik ordezkatu beharko lukeen edo ez (11) .

Etorkizunean egin behar diren ikerketek honako baldintzak bete beharko lituzkete:

- Lesio eta narriadura funtzional konparagarria duten pazienteekin egin beharko lirateke, emaitzak ere konparagarriak izateko.
- Tratamendu protokolo egokiak identifikatzen lagundu beharko lukete: lagina, dosia, frekuentzia, eta iraupena.
- Funtzionamendu maila ezberdineko pazienteetara egokitutako ispilu terapia programak proposatu beharko lituzkete.

Gainera, hainbat galdera erantzun beharko lituzkete:

- Nola handitu dezakegu ispilu terapiaren eragina?
- Zein parte-hartzaile motetan da eraginkorragoa?
- Zein mekanismo da hobekuntza funtzionalak eta aldaketa neuronalak eragitearen arduraduna?
- Nola garantizatu ditzakegu terapia honen epe luzeko efektuak?

Modu honetan soilik lortu liteke ispilu terapiaren tratamenduaren bidez lortzen diren garuneko aldaketen atzean dauden mekanismoak ulertzea.

BIBLIOGRAFIA

1. WHO.int | World Health Organization | Stroke, Cerebrovascular accident [Internet]. [citado 20 de septiembre de 2018]. Disponible en: http://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/
2. Mehrholz J, Pohl M, Platz T, Kugler J, Elsner B. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 7 de noviembre de 2015; (11):CD006876.
3. WHO.int | World Health Organization [Internet]. [citado 20 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.who.int>
4. EITB.eus | Iktusa izango da aurten EiTbko elkartasun maratoiaren gaia [Internet]. 2017 [citado 20 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.euskadi.eus/eusko-jaurlaritza/-/albistea/2017/iktusa-izango-da-aurten-eitbko-elkartasun-maratoiaren-gaia/>
5. Alt Murphy M, Resteghini C, Feys P, Lamers I. An overview of systematic reviews on upper extremity outcome measures after stroke. *BMC Neurol* [Internet]. 11 de marzo de 2015 [citado 20 de septiembre de 2018]; 15. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4359448/>
6. Santisteban L, Térémetz M, Bleton J-P, Baron J-C, Maier MA, Lindberg PG. Upper Limb Outcome Measures Used in Stroke Rehabilitation Studies: A Systematic Literature Review. *PLoS One* [Internet]. 6 de mayo de 2016 [citado 20 de septiembre de 2018]; 11(5). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4859525/>
7. Doyle S, Bennett S, Fasoli SE, McKenna KT. Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2010 [citado 20 de septiembre de 2018]; (6). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006331.pub2/abstract>
8. Laver K, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Cochrane review: virtual reality for stroke rehabilitation. *EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICAL AND REHABILITATION MEDICINE*. 2012; 48(3): 8.
9. Coupar F, Pollock A, Wijck F van, Morris J, Langhorne P. Simultaneous bilateral training for improving arm function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2010 [citado 20 de septiembre de 2018]; (4). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006432.pub2/abstract>

10. Pollock A, Farmer SE, Brady MC, Langhorne P, Mead GE, Mehrholz J, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2014 [citado 20 de septiembre de 2018]; (11). Disponible en:
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010820.pub2/abstract>
11. Thieme H, Morkisch N, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Borgetto B, et al. Mirror therapy for improving motor function after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2018 [citado 4 de enero de 2019]; (7). Disponible en:
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008449.pub3/abstract>
12. Winter J, Hunter S, Sim J, Crome P. Hands-on therapy interventions for upper limb motor dysfunction following stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2011 [citado 20 de septiembre de 2018];(6). Disponible en:
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006609.pub2/abstract>
13. French B, Thomas LH, Coupe J, McMahon NE, Connell L, Harrison J, et al. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2016 [citado 20 de septiembre de 2018]; (11). Disponible en:
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006073.pub3/abstract>
14. Hara Y. Brain Plasticity and Rehabilitation in Stroke Patients. J Nippon Med Sch, 日医大誌. 15 de febrero de 2015; 82(1): 4-13.
15. Barclay-Goddard RE, Stevenson TJ, Poluha W, Thalman L. Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2011 [citado 25 de septiembre de 2018]; (5). Disponible en:
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD005950.pub4/abstract>
16. Corbetta D, Sirtori V, Castellini G, Moja L, Gatti R. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in people with stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2015 [citado 25 de septiembre de 2018]; (10). Disponible en:
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004433.pub3/abstract>
17. Hao Z, Wang D, Zeng Y, Liu M. Repetitive transcranial magnetic stimulation for improving function after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2013 [citado 25 de septiembre de 2018]; (5). Disponible en:
<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008862.pub2/abstract>

18. Mepsted R, Tyson S. The Bobath concept. A guru-led set of teachings unsupported by emerging evidence. A response to Vaughan-Graham and Cott. (*J Eval Clin Pract.* 2016. doi: 10.1111/jep.12751). *Journal of Evaluation in Clinical Practice.* 1 de octubre de 2017; 23(5): 1127-8.
19. Woodford HJ, Price CI. EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2007 [citado 25 de septiembre de 2018]; (2). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004585.pub2/abstract>
20. Magee WL, Clark I, Tamplin J, Bradt J. Music interventions for acquired brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2017 [citado 25 de septiembre de 2018]; (1). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006787.pub3/abstract>
21. Demetrios M, Khan F, Turner-Stokes L, Brand C, McSweeney S. Multidisciplinary rehabilitation following botulinum toxin and other focal intramuscular treatment for post-stroke spasticity. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2013 [citado 20 de septiembre de 2018]; (6). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD009689.pub2/abstract>
22. Lindsay C, Kouzouna A, Simcox C, Pandyan AD. Pharmacological interventions other than botulinum toxin for spasticity after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2016 [citado 25 de septiembre de 2018]; (10). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010362.pub2/abstract>
23. Cruz-Flores S, Berge E, Whittle IR. Surgical decompression for cerebral oedema in acute ischaemic stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2012 [citado 25 de septiembre de 2018]; (1). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD003435.pub2/abstract>
24. Zhang JJQ, Fong KNK, Welage N, Liu KPY. The Activation of the Mirror Neuron System during Action Observation and Action Execution with Mirror Visual Feedback in Stroke: A Systematic Review. *Neural Plast* [Internet]. 24 de abril de 2018 [citado 13 de febrero de 2019]; 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5941778/>
25. Small SL, Buccino G, Solodkin A. Brain repair after stroke--a novel neurological model. *Nat Rev Neurol.* diciembre de 2013; 9(12): 698-707.

26. Darbois N, Guillaud A, Pinsault N. Do Robotics and Virtual Reality Add Real Progress to Mirror Therapy Rehabilitation? A Scoping Review. *Rehabil Res Pract* [Internet]. 19 de agosto de 2018 [citado 6 de diciembre de 2018]; 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6120256/>
27. Dohle C, Püllen J, Nakaten A, Küst J, Rietz C, Karbe H. Mirror therapy promotes recovery from severe hemiparesis: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*. Abril de 2009; 23(3): 209-17.
28. Kumru H, Albu S, Pelayo R, Rothwell J, Opisso E, Leon D, et al. Motor Cortex Plasticity during Unilateral Finger Movement with Mirror Visual Feedback [Internet]. *Neural Plasticity*. 2016 [citado 6 de diciembre de 2018]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/np/2016/6087896/>
29. Hutton B, Catalá-López F, Moher D. La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Medicina Clínica*. Septiembre de 2016; 147(6): 262-6.
30. Rosipal R, Porubcová N, Barančok P, Cimrová B, Farkaš I, Trejo LJ. Effects of mirror-box therapy on modulation of sensorimotor EEG oscillatory rhythms: a single-case longitudinal study. *J Neurophysiol*. 1 de febrero de 2019; 121(2): 620-33.
31. Michielsen ME, Selles RW, van der Geest JN, Eckhardt M, Yavuzer G, Stam HJ, et al. Motor Recovery and Cortical Reorganization After Mirror Therapy in Chronic Stroke Patients: A Phase II Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. Marzo de 2011; 25(3): 223-33.
32. Deconinck FJA, Smorenburg ARP, Benham A, Ledebt A, Feltham MG, Savelsbergh GJP. Reflections on Mirror Therapy: A Systematic Review of the Effect of Mirror Visual Feedback on the Brain. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. mayo de 2015; 29(4): 349-61.
33. Thieme H, Bayn M, Wurg M, Zange C, Pohl M, Behrens J. Mirror therapy for patients with severe arm paresis after stroke--a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. Abril de 2013; 27(4): 314-24.
34. Invernizzi M, Negrini S, Carda S, Lanzotti L, Cisari C, Baricich A. The value of adding mirror therapy for upper limb motor recovery of subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. Junio de 2013; 49(3): 311-7.
35. Park J-Y, Chang M, Kim K-M, Kim H-J. The effect of mirror therapy on upper-extremity function and activities of daily living in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. Junio de 2015; 27(6): 1681-3.
36. Colomer C, NOé E, Llorens R. Mirror therapy in chronic stroke survivors with severely impaired upper limb function: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. Junio de 2016; 52(3): 271-8.

37. Samuelkamaleshkumar S, Reethajanetsureka S, Pauljebaraj P, Benshamir B, Padankatti SM, David JA. Mirror therapy enhances motor performance in the paretic upper limb after stroke: a pilot randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. Noviembre de 2014; 95(11): 2000-5.
38. Arya KN. Underlying neural mechanisms of mirror therapy: Implications for motor rehabilitation in stroke. *Neurol India*. Febrero de 2016; 64(1): 38-44.
39. Nojima I, Mima T, Koganemaru S, Thabit MN, Fukuyama H, Kawamata T. Human Motor Plasticity Induced by Mirror Visual Feedback. *Journal of Neuroscience*. 25 de enero de 2012; 32(4): 1293-300.
40. Ramachandran VS, Altschuler EL. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain*. 1 de julio de 2009; 132(7): 1693-710.
41. Askim T, Indredavik B, Vangberg T, Håberg A. Motor network changes associated with successful motor skill relearning after acute ischemic stroke: a longitudinal functional magnetic resonance imaging study. *Neurorehabil Neural Repair*. Abril de 2009; 23(3): 295-304.
42. Calautti C, Naccarato M, Jones PS, Sharma N, Day DD, Carpenter AT, et al. The relationship between motor deficit and hemisphere activation balance after stroke: A 3T fMRI study. *Neuroimage*. 1 de enero de 2007; 34(1): 322-31.
43. Murase N, Duque J, Mazzocchio R, Cohen LG. Influence of interhemispheric interactions on motor function in chronic stroke. *Ann Neurol*. Marzo de 2004; 55(3): 400-9.
44. Ward NS, Brown MM, Thompson AJ, Frackowiak RSJ. Neural correlates of outcome after stroke: a cross-sectional fMRI study. *Brain*. Junio de 2003; 126(Pt 6): 1430-48.
45. Bhasin A, Bhatia R, Kumaran S, Mohanty S, Padma Srivastava M. Neural interface of mirror therapy in chronic stroke patients: A functional magnetic resonance imaging study. *Neurology India*. 2012; 60(6): 570.
46. Saleh S, Yarossi M, Manuweera T, Adamovich S, Tunik E. Network interactions underlying mirror feedback in stroke: A dynamic causal modeling study. *Neuroimage Clin*. 2017; 13: 46-54.
47. Saleh S, Adamovich SV, Tunik E. Mirrored feedback in chronic stroke: recruitment and effective connectivity of ipsilesional sensorimotor networks. *Neurorehabil Neural Repair*. Mayo de 2014; 28(4): 344-54.
48. Matthys K, Smits M, Van der Geest JN, Van der Lugt A, Seurinck R, Stam HJ, et al. Mirror-induced visual illusion of hand movements: a functional magnetic resonance imaging study. *Arch Phys Med Rehabil*. Abril de 2009; 90(4): 675-81.

49. Buccino G, Solodkin A, Small SL. Functions of the mirror neuron system: implications for neurorehabilitation. *Cogn Behav Neurol*. Marzo de 2006; 19(1): 55-63.
50. Iacoboni M, Koski LM, Brass M, Bekkering H, Woods RP, Dubeau MC, et al. Reafferent copies of imitated actions in the right superior temporal cortex. *Proc Natl Acad Sci USA*. 20 de noviembre de 2001; 98(24): 13995-9.
51. Schultz J, Friston KJ, O'Doherty J, Wolpert DM, Frith CD. Activation in posterior superior temporal sulcus parallels parameter inducing the percept of animacy. *Neuron*. 17 de febrero de 2005; 45(4): 625-35.
52. Frenkel-Toledo S, Liebermann DG, Bentin S, Soroker N. Dysfunction of the Human Mirror Neuron System in Ideomotor Apraxia: Evidence from Mu Suppression. *J Cogn Neurosci*. 2016 ;28(6): 775-91.
53. Perry A, Saunders SN, Stiso J, Dewar C, Lubell J, Meling TR, et al. Effects of prefrontal cortex damage on emotion understanding: EEG and behavioural evidence. *Brain*. 1 de abril de 2017; 140(4): 1086-99.
54. Frenkel-Toledo S, Bentin S, Perry A, Liebermann DG, Soroker N. Mirror-neuron system recruitment by action observation: effects of focal brain damage on mu suppression. *Neuroimage*. 15 de febrero de 2014; 87: 127-37.
55. Rizzolatti G, Cattaneo L, Fabbri-Destro M, Rozzi S. Cortical mechanisms underlying the organization of goal-directed actions and mirror neuron-based action understanding. *Physiol Rev*. Abril de 2014; 94(2): 655-706.
56. Brunner IC, Skouen JS, Ersland L, Grüner R. Plasticity and response to action observation: a longitudinal fMRI study of potential mirror neurons in patients with subacute stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. Diciembre de 2014; 28(9): 874-84.
57. Kang YJ, Park HK, Kim HJ, Lim T, Ku J, Cho S, et al. Upper extremity rehabilitation of stroke: facilitation of corticospinal excitability using virtual mirror paradigm. *J Neuroeng Rehabil*. 4 de octubre de 2012; 9: 71.
58. Praamstra P, Torney L, Rawle CJ, Miall RC. Misconceptions about mirror-induced motor cortex activation. *Cereb Cortex*. Agosto de 2011; 21(8): 1935-40.
59. Carson RG, Ruddy KL. Vision modulates corticospinal suppression in a functionally specific manner during movement of the opposite limb. *J Neurosci*. 11 de enero de 2012; 32(2): 646-52.
60. Garry MI, Loftus A, Summers JJ. Mirror, mirror on the wall: viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability. *Exp Brain Res*. Mayo de 2005; 163(1): 118-22.

61. Fukumura K, Sugawara K, Tanabe S, Ushiba J, Tomita Y. Influence of mirror therapy on human motor cortex. *Int J Neurosci*. Julio de 2007; 117(7): 1039-48.
62. Lappchen CH, Ringer T, Blessin J, Seidel G, Grieshammer S, Lange R, et al. Optical illusion alters M1 excitability after mirror therapy: a TMS study. *J Neurophysiol*. Noviembre de 2012; 108(10): 2857-61.
63. Calautti C, Baron J-C. Functional neuroimaging studies of motor recovery after stroke in adults: a review. *Stroke*. Junio de 2003; 34(6): 1553-66.
64. Ward NS, Brown MM, Thompson AJ, Frackowiak RSJ. Neural correlates of motor recovery after stroke: a longitudinal fMRI study. *Brain*. Noviembre de 2003; 126(Pt 11): 2476-96.
65. Wasaka T, Kakigi R. The effect of unpredicted visual feedback on activation in the secondary somatosensory cortex during movement execution. *BMC Neurosci*. 5 de noviembre de 2012; 13: 138.
66. Wasaka T, Kakigi R. Conflict caused by visual feedback modulates activation in somatosensory areas during movement execution. *Neuroimage*. 16 de enero de 2012; 59(2): 1501-7.
67. Hagmann P, Cammoun L, Gigandet X, Meuli R, Honey CJ, Wedeen VJ, et al. Mapping the structural core of human cerebral cortex. *PLoS Biol*. 1 de julio de 2008; 6(7): e159.
68. Andersen RA. Encoding of intention and spatial location in the posterior parietal cortex. *Cereb Cortex*. Octubre de 1995; 5(5): 457-69.
69. Wenderoth N, Debaere F, Sunaert S, Swinnen SP. The role of anterior cingulate cortex and precuneus in the coordination of motor behaviour. *Eur J Neurosci*. Julio de 2005; 22(1): 235-46.
70. Accessibility for people with brain injuries [Internet]. Disabled Entrepreneurs | Support. [citado 18 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.disabledentrepreneurs.co.uk/single-post/2018/08/10/Accessibility-for-people-with-brain-injuries>
71. Unknown. brain motor [Internet]. [citado 18 de abril de 2019]. Disponible en: <http://brainmotar.blogspot.com/2015/08/the-motor-cortex-is-located-in-rear.html>
72. Superior temporal gyrus. En: Wikipedia [Internet]. 2019 [citado 18 de abril de 2019]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Superior_temporal_gyrus&oldid=886574366
73. THE BRAIN FROM TOP TO BOTTOM [Internet]. [citado 18 de abril de 2019]. Disponible en: http://thebrain.mcgill.ca/flash/i/i_12/i_12_cr/i_12_cr_con/i_12_cr_con.html

74. Pundik S, McCabe JP, Hrovat K, Fredrickson AE, Tatsuoka C, Feng IJ, et al. Recovery of post stroke proximal arm function, driven by complex neuroplastic bilateral brain activation patterns and predicted by baseline motor dysfunction severity. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2015 [citado 18 de abril de 2019]; 9. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2015.00394/full>
75. Wu C-Y, Huang P-C, Chen Y-T, Lin K-C, Yang H-W. Effects of mirror therapy on motor and sensory recovery in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. Junio de 2013; 94(6): 1023-30.
76. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sütbeyaz S, Bussmann JB, Köseoğlu F, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. Marzo de 2008; 89(3): 393-8.
77. Cooke EV, Mares K, Clark A, Tallis RC, Pomeroy VM. The effects of increased dose of exercise-based therapies to enhance motor recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med*. 13 de octubre de 2010; 8: 60.
78. Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, Prevo AJH. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke*. Septiembre de 2003; 34(9): 2181-6.
79. Coupar F, Pollock A, Rowe P, Weir C, Langhorne P. Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. Abril de 2012; 26(4): 291-313.
80. Lee Y-Y, Hsieh Y-W, Wu C-Y, Lin K-C, Chen C-K. Proximal Fugl-Meyer Assessment Scores Predict Clinically Important Upper Limb Improvement After 3 Stroke Rehabilitative Interventions. *Arch Phys Med Rehabil*. Diciembre de 2015; 96(12): 2137-44.
81. Lee MM, Cho H-Y, Song CH. The mirror therapy program enhances upper-limb motor recovery and motor function in acute stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*. Agosto de 2012; 91(8): 689-96, quiz 697-700.
82. Kantak SS, Stinear JW, Buch ER, Cohen LG. Rewiring the brain: potential role of the premotor cortex in motor control, learning, and recovery of function following brain injury. *Neurorehabil Neural Repair*. Abril de 2012; 26(3): 282-92.
83. Dancause N, Barbay S, Frost SB, Plautz EJ, Chen D, Zoubina EV, et al. Extensive cortical rewiring after brain injury. *J Neurosci*. 2 de noviembre de 2005; 25(44): 10167-79.
84. Fregni F, Pascual-Leone A. Hand motor recovery after stroke: tuning the orchestra to improve hand motor function. *Cogn Behav Neurol*. Marzo de 2006; 19(1): 21-33.

85. Kong K-H, Chua KSG, Lee J. Recovery of upper limb dexterity in patients more than 1 year after stroke: Frequency, clinical correlates and predictors. *NeuroRehabilitation*. 2011; 28(2): 105-11.
86. Patel AT, Duncan PW, Lai SM, Studenski S. The relation between impairments and functional outcomes poststroke. *Arch Phys Med Rehabil*. Octubre de 2000; 81(10): 1357-63.
87. Mercier C, Bourbonnais D. Relative shoulder flexor and handgrip strength is related to upper limb function after stroke. *Clin Rehabil*. Marzo de 2004; 18(2): 215-21.
88. Summers JJ, Kagerer FA, Garry MI, Hiraga CY, Loftus A, Cauraugh JH. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study. *J Neurol Sci*. 15 de enero de 2007; 252(1): 76-82.
89. van der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ, Vogelaar TW, Devillé WL, Bouter LM. Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke*. Noviembre de 1999; 30(11): 2369-75.
90. Rabadi MH, Rabadi FM. Comparison of the action research arm test and the Fugl-Meyer assessment as measures of upper-extremity motor weakness after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. Julio de 2006; 87(7): 962-6.
91. Nijland R, van Wegen E, Verbunt J, van Wijk R, van Kordelaar J, Kwakkel G. A comparison of two validated tests for upper limb function after stroke: The Wolf Motor Function Test and the Action Research Arm Test. *J Rehabil Med*. Julio de 2010; 42(7): 694-6.
92. Carson RG. Neural pathways mediating bilateral interactions between the upper limbs. *Brain Res Brain Res Rev*. Noviembre de 2005; 49(3): 641-62.
93. Dohle C, Stephan KM, Valvoda JT, Hosseiny O, Tellmann L, Kuhlen T, et al. Representation of virtual arm movements in precuneus. *Exp Brain Res*. Febrero de 2011; 208(4): 543-55.
94. Karnath H-O, Rennig J, Johannsen L, Rorden C. The anatomy underlying acute versus chronic spatial neglect: a longitudinal study. *Brain*. Marzo de 2011; 134(Pt 3): 903-12.
95. Calautti C, Leroy F, Guincestre JY, Marié RM, Baron JC. Sequential activation brain mapping after subcortical stroke: changes in hemispheric balance and recovery. *Neuroreport*. 21 de diciembre de 2001; 12(18): 3883-6.
96. Dong Y, Winstein CJ, Albistegui-DuBois R, Dobkin BH. Evolution of fMRI activation in the perilesional primary motor cortex and cerebellum with rehabilitation training-related motor gains after stroke: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*. Octubre de 2007; 21(5): 412-28