

**Aivoverenkiertohäiriön sairastaneiden
tasapainoharjoittelun vaikuttavuus
RCT-tutkimusten perusteella**

**Evidence on the effectiveness of balance training after stroke. A systematic
review and meta-analysis of randomized controlled trials**

Hanna Sahinoja

Fysioterapian Pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Terveystieteiden laitos

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

Aivoverenkiertohäiriön sairastaneiden tasapainoharjoittelun vaikuttavuus RCT-tutkimusten perusteella, systemaattinen kirjallisuuskatsaus, Hanna Sahinoja, Pro gradu-tutkielma, Jyväskylän yliopisto, liikuntatieteellinen tiedekunta, fysioterapia, kevät 2013, sivuja 34+49.

Tausta: Tasapainon ongelmat ovat yleisiä aivoverenkiertohäiriön (AVH) sairastamisen jälkeen. Vaikka AVH-kuntoutujien kuntoutusmenetelmät ovat kiinnostuksen kohteena, on tasapainoharjoittelun vaikuttavuudesta niukasti näyttöön perustuvaa tietoa.

Tarkoitus: Tutkia AVH-kuntoutujien tasapainoharjoittelun vaikuttavuutta tasapainoon tasapaino- ja kävelymuuttujilla RCT-tutkimusten perusteella.

Aineisto ja menetelmät: Systemaattinen kirjallisuushaku tehtiin Ovid Medline, CINAHL, Embase, Physiotherapy Evidence Database, the Cochrane Central Register of Controlled Trials sähköisistä tietokannoista sekä käsihaulla. RCT-tutkimukset, joissa koehenkilöiden ikä oli yli 18- vuotta ja jotka oli julkaistu englannin, suomen, saksan tai ruotsin kielellä otettiin mukaan tutkimukseen. Haut tehtiin tammikuun 2012 loppuun. Meta-analyysi suoritettiin kolmella eri ryhmäjaolla: 1) tasapainoharjoittelu verrattuna ei/lume harjoittelu, 2) tasapainoharjoittelu verrattuna muu harjoittelu ja 3) tasapainoharjoittelu perinteisen fysioterapian lisänä verrattuna perinteinen fysioterapia. Näytön aste ilmaistiin tutkimusten määrän ja laadun perusteella; tasokas, kohtalainen, heikko tai ei näyttöä.

Tulokset: 29 RCT-tutkimusta valikoitui mukaan tutkimukseen. Tasapainoharjoittelu paransi tasapainomuuttujien tuloksia (vahva näytön aste), mutta ei kävelytuloksia (vahva näytön aste), verrattuna ei/lumeharjoitteluun. Tasapainoharjoittelu ei parantanut tasapaino (kohtalainen näytön aste) tai kävelymuuttujien tuloksia (kohtalainen näytön aste) verrattuna muuhun harjoitteluun, eikä tasapainomuuttujien tuloksia (vahva näytön aste), kun tasapainoharjoittelua tutkittiin perinteisen fysioterapian lisänä ja verrattiin perinteiseen fysioterapiaan.

Yhteenveto: AVH-kuntoutujien tasapainoharjoittelu kehittää tasapainoa paremmin kuin ei/lumeharjoittelu. Aktiivinen harjoittelu, joka kehittää vartalon ja alaraajojen toiminnallisuutta kehittää tasapainoa ja kävelyä yhtä paljon kuin erityinen tasapainoharjoittelu. Tasapainoharjoittelu fysioterapian lisänä ei ole tehokkaampaa kuin perinteinen fysioterapia. Lisätutkimuksia tarvitaan AVH-kuntoutujien tasapainoharjoittelun ja -kuntoutuksen kehittämiseksi.

Asiasanat: aivoverenkiertohäiriö, harjoittelu, fysioterapia, tasapaino

ABSTRACT

Background: Balance deficits are common in individuals after stroke. Although rehabilitation techniques are of interest in the care of stroke patients, there is a lack of evidence-based on effectiveness of balance training.

Objective: To determine the evidence of effectiveness of active balance training on the balance and walking outcomes of patients with stroke by reviewing the results of randomized controlled trials (RCTs).

Methods: A systematic literature search was conducted in Ovid Medline, CINAHL, Embase, Physiotherapy Evidence Database, the Cochrane Central Register of Controlled Trials and by manual search. RCTs for patients over 18 years old with stroke and published in English, Finnish, Swedish, or German were included in the study. Studies were collected up to January 2012. Meta-analyses were performed separately for three subgroups of studies: 1) Balance training versus no or placebo treatment, 2) balance training versus other treatment and 3) balance training with conventional physiotherapy versus conventional physiotherapy only. The evidence found was rated, according to the number and quality of studies; high, moderate, low or no evidence.

Results: 29 RCTs were included in the review. Balance training produced better balance (high evidence), but not walking (high evidence), outcomes compared to no/placebo treatment. Balance training did not improve balance (moderate evidence) or walking outcomes (moderate evidence) when balance training compared to other training or balance outcomes (high evidence) when balance training with conventional physiotherapy was compared to conventional physiotherapy only.

Conclusions: Balance training proved to be more effective in improving balance than no treatment or placebo control following stroke. Active training for improving trunk or lower extremities function improved balance and walking as much as specific balance training. Balance training with physiotherapy did not have an extra impact compared to conventional physiotherapy. Further studies are needed to conclude balance training and rehabilitation.

Keywords: balance, physical therapy, exercise training, stroke

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 AIVOVERENKIERTOHAIRIÖ.....	7
2.1 Ilmaantuvuus, etiologia ja riskitekijät.....	7
2.2 Aivoverenkiertohäiriön moninaiset oireet vaurioalueesta riippuen	9
3 ASENNONHALLINTA JA TASAPAINO	12
3.1 Tasapainon säätely	122
4 AIVOVERENKIERTOHAIRIÖ JA TASAPAINON HALLINTA.....	16
4.1 Aivoverenkiertohäiriön vaikutukset tasapainoon	16
4.2 Tasapainon arvioiminen aivoverenkiertohäiriökuntoutujilla	26
4.3 Tasapainoharjoittelu osana muuta kuntoutusta	
 aivoverenkiertohäiriön jälkeen.....	23
LÄHTEET.....	27
ARTIKKELIN KÄSIKIRJOITUS	

1 JOHDANTO

Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) ovat aikuisilla suurin syy pitkäaikaisiin neurologisiin toimintakyvyn ongelmiin (Wolfe 2000). Monilla AVH-kuntoutujilla oireina on merkittäviä motorisia ja kognitiivisia ongelmia (Tatemichi ym. 1994, Yamamoto & Magalong 2003). Kuntoutujilla saattaa olla häiriintynyt painonsiirtokyky (Dettmann ym. 1987, Lee ym. 1988, Goldie ym. 1996), tasapainoreaktioiden muutokset (Badke & Duncan 1983), kävelyn ongelmat, heikko istuma- ja seisomatasapaino (Tatemichi ym. 1994, Yamamoto & Magalong 2003) ja lisääntynyt riski kaatua halvaantuneelle kehonpuolelle (Saclely 1991, Teasell ym. 2002). Tasapainon häiriöillä onkin todettu olevan suurin vaikutus itsenäisyyteen päivittäisissä toimissa (ADL) (Fong ym. 2001) ja kävelykykyyn (Taylor ym. 1994). Tämän vuoksi tasapainon harjoittelu onkin ensisijaista AVH-potilaiden kuntoutuksessa (Jette ym. 2005, Tyson & Selley 2006).

Tasapaino määritellään asennon hallintana ja se koostuu somatosensoriikan, vestibulaarijärjestelmän ja näkö tiedon yhteensovituksesta (Andersen ym. 1993). Asennon hallinta sisältää myös kognitiivisen tiedonkäsittelyn tavoiteltavasta tehtävästä ja ympäristön huomioinnin suorituksessa (Huxham ym. 2001), jotta kehon massakeskipiste pystyttäisiin pitämään tehtävän aikana tukipinnan sisäpuolella (Brunnstrom 1970). Tasapaino on siis moniulotteinen ominaisuus ja se tuo haasteita AVH-kuntoutujien tasapaino-ongelmien arviointiin ja kuntoutukseen (Werner ym. 2002, Leroux ym. 2006).

AVH-kuntoutujien tasapainoharjoittelun vaikuttavuudesta on niukasti näyttöön perustuvaa tutkimustietoa tai se on pääosin menetelmäkeskeistä; tasapainolevyllä tehtävää harjoittelua näköpalautteen avulla (Barclay-Goddard ym. 2009, Van Peppen ym. 2006), kiertoarjoittelua (circuit) (English & Hillier 2010) ja tehtäväkeskeistä tasapainoa vaativaa harjoittelua (French ym. 2007). Erilaisia AVH-kuntoutujien tasapainoharjoittelumenetelmiä on tutkittu, mutta tehokkainta harjoitusmuotoa tasapainon edistämiseksi ei ole pystytty osoittamaan (Werner ym. 2002, Leroux ym. 2006, Pollock ym. 2009). AVH-kuntoutujien tasapainoharjoittelusta tarvitaan näyttöön perustuvaa tutkimustietoa. Myös laaja-alainen eri muuttujien tulosten vertailu on tarpeen.

Tämän systemaattisen katsauksen tarkoituksena oli tutkia AVH-kuntoutujien aktiivisen tasapainoharjoittelun vaikuttavuutta tasapainoon tasapaino- ja kävelymuuttujilla. Vaikuttavuutta tutkittiin meta-analyysin avulla, jossa harjoitteluasetelmat voitiin jakaa kolmeen ryhmään: 1) tasapainoharjoittelu verrattuna ei/lumeharjoittelua, 2) tasapainoharjoittelu verrattuna muuhun harjoitteluun ja 3) tasapainoharjoittelu perinteisen fysioterapian lisänä verrattuna perinteiseen fysioterapiaan. Tutkimusten laatu vaikutti näytön asteeseen. Katsaukseen otettiin mukaan tutkimukset, joiden mitatut muuttujat voitiin linkittää Maailman terveysjärjestön (WHO) kansainväliseen terveyden, toimintakyvyn ja toimintarajoitteiden kansainvälisen ICF-luokituksen (International Classification of Functioning, Disability and Health) Suoritus- ja osallistumisen pääluokkaan ja Liikkuminen osa-alueeseen *Asennon vaihtaminen ja ylläpitäminen* (d410-d429) ja *Käveleminen* (d450) (ICF 2004).

2 AIVOVERENKIERTOHÄIRIÖ

Aivoverenkiertohäiriö on aivojen toimintahäiriö, joka on seurausta aivokudoksen vaurioitumisesta. AVH:n taustalla voi olla erilaisia tekijöitä, mutta suurin osa niistä on ennaltaehkäistävissä tunnistamalla keskeiset riskitekijät ja vaikuttamalla niihin (Meretoja ym. 2010b, Aivoliitto 2012).

2.1 Ilmaantuvuus, etiologia ja riskitekijät

Vuosittain yhteensä noin 25 000 sairastaa aivoverenkiertohäiriön (Käypähoito 2013). Aivoverenkiertohäiriöihin kuolee noin 4 400 ihmistä vuodessa ollen kolmanneksi yleisin kuolinsyryryhmä Suomessa (Aivoliitto 2012). Aivoverenkiertohäiriöt ovat myös kolmanneksi kallein kansantauti maassamme mielenterveyden häiriöiden ja dementian jälkeen. Elinikäiset hoitokustannukset ovat noin 80 000 euroa sairastunutta kohden (Meretoja ym. 2010a). Aivoverenkiertohäiriöitä esiintyy pääosin iäkkäillä (Sivenius ym. 2004), sairastuneista kaksi kolmasosaa on yli 65-vuotiaita (Kaste ym. 2006). AVH:n ennaltaehkäisy on siksi tärkeää ikääntyneiden väestömäärän kasvun vuoksi (Talvitie ym. 2006, 354).

Suomessa suurin osa, noin 80 %, aivoverenkiertohäiriöistä aiheutuu aivoinfarktista (Sivenius ym. 2004), jossa aivovaltimotukos eli trombi tai muualta kehosta peräisin oleva veritulppa eli embolia tukkii aivovaltimon (Talvitie ym. 2006, 368). Tämä aiheuttaa aivokudoksen verettömyyden eli iskemian ja voi ilmetä joko ohimenevänä iskeemisenä kohtauksena (transient ischemic attack, TIA) tai iskeemisenä aivoinfarktina (aivokuolio) (Kaste ym. 2006). Yli 10 % aivoverenkiertohäiriöistä johtuu valtimoverenvuodosta aivoaineeseen eli intracerebraalisesta hemorragiasta (ICH) ja alle 10 % lukinkalvon alaisesta verenvuodosta eli subaraknoidaalivuodosta (SAV). TIA-potilaita ei ole huomioitu näissä luvuissa lainkaan (Kaste ym. 2006, Talvitie ym. 2006, 354). Aivoverenvuodon aiheuttaa useimmiten valtimossa olevan pullistuman (aneurysma) puhkeaminen tai tapaturmainen aivoruhje (Kaste ym. 2006).

Aivojen toimintahäiriöön voivat olla syynä myös aivovamma, -kasvain tai tulehdus (Aivoliitto 2012).

Aivoverenkiertohäiriöissä oireiden varhainen tunnistaminen ja potilaan nopea kuljetus sairaalaan on ensiarvoisen tärkeää (Kaste ym. 2006). AVH:n oireet eivät useinkaan ole tarpeeksi selkeät tarkan diagnoosin tekemiseksi, vaan tarvitaan tarkempia lisätutkimuksia. Useimmiten käytetään pään tietokonetomografiaa (TT), magneettitutkimusta (MRI) ja/tai ultraäänitutkimusta oireiden syyn kartoittamiseksi (Rohkamm ym. 2004, 166, Kaste ym. 2006). Likvoritutkimusta käytetään yleensä vain SAV:n erotusdiagnoosissa (Häppölä 2006a). Lisäksi käytetään muita aiheellisia tutkimuksia mm. EKG-tutkimusta, thorax -röntgeniä sekä laboratoriotuloksia (Kaste ym. 2006, Häppölä 2006a). Diagnostiikalla pyritään nopeaan ja oikeaan hoitoon selvittämällä AVH:n tyyppi, sijainti sekä todennäköinen etiologia. Tämän lisäksi selvitetään mahdolliset AVH:n liittyvät muut sairaudet ja komplikaatiot, joilla on merkitystä ennusteen kannalta. Akuuttivaiheen nopean tutkimuksen tavoitteena on mm. selvittää potilaan soveltuminen liuotushoitoon (Häppölä 2006b).

Aivoverenkiertohäiriöistä suurin osa on ennaltaehkäistävissä tunnistamalla keskeiset riskitekijät ja vaikuttamalla niihin. Merkittävimmät riskitekijät ovat kohonnut verenpaine, sydänsairaudet, dyslipidemiat, diabetes, perinnölliset tekijät ja tupakointi. Suurentunut sairastumisriski liittyy myös mm. ylipainoon, runsaaseen alkoholinkäyttöön, liikunnan puutteeseen ja kaulavaltimoahtamaan (Fisher & Bogousslavsky 2001, 104, Suomen tilastollinen vuosikirja 2004, Aivoliitto 2012). AVH on useimmiten seurausta monen tekijän yhteisvaikutuksesta ja pitkän ajanjakson muutoksista. Joskus esimerkiksi tulehdussairaus, runsas alkoholin käyttö tai poikkeuksellisen kova henkinen tai ruumiillinen rasitus saattaa toimia laukaisevana tekijänä. Aivoverenkiertohäiriön riski on miehillä suurempi kuin naisilla, samoin iän kasvaessa riski lisääntyy (Aivoliitto 2012). Aivoverenkiertohäiriöiden ennaltaehkäisyä toimii riskitekijöihin vaikuttaminen. Estohoitolääkkeillä voidaan tutkimusten mukaan vähentää aivoverenkiertohäiriön uusiutumisen riskiä 30–80% (Suomen tilastollinen vuosikirja 2004).

2.2 Aivoverenkiertohäiriön moninaiset oireet vaurioalueesta riippuen

Aivoverenkiertohäiriön aikaansaaman kudosisvauriolaajuuteen ja vaikeusasteeseen sekä niistä aiheutuviin toimintarajoitteisiin vaikuttavat vaurion paikka, sen laajuus, vaurioalueen hapenpuute, koko aivojen verenkierron tila, energiatasapainoon liittyvät muutokset ja samaan kohteeseen kulkevien muiden verisuonten tila. Alkuvaiheessa oireet ovat yleensä vaikeammat aivokudoksen turvotuksesta ja aineenvaihduntahäiriöistä johtuen (Talvitie ym. 2006, 368 - 370).

Aivoverenkiertohäiriö aiheuttaa usein kognitiivisten toimintojen muutoksia. Nämä liittyvät tiedonkäsittelyjärjestelmän häiriöihin, joita esiintyy noin 62–78%:lla kuntoutujista (Kauhanen 2003). Oikea ja vasen aivopuolisko ovat tiiviissä käytössä toimintojen ohjauksessa. Ne vastaavat erilaisista toiminnoista, joka näkyy myös aivovaurion sattuessa. Häiriö oikeassa aivopuoliskossa aiheuttaa mm. tarkkaavaisuusongelmia, hahmotushäiriöitä, oiretiedostamattomuutta, tunnereaktioina yleensä vetäytymistä, tunneviestin tuottamisen ja tulkitsemisen häiriöitä sekä ei-kielellisen muistin häiriöitä. Häiriö vasemmassa aivopuoliskossa aiheuttaa taas mm. kielellisten toimintojen häiriöitä, erilaisia tunnereaktioita ja masennusta, tilasuhteiden ymmärtämisen häiriöitä, kielellisiä muistihäiriöitä ja taitoa vaativien liikkeiden häiriöitä (Kuikka ym. 2002, 61 - 63). Aistitoimintoihin liittyen häiriöt saattavat olla kielen alueella puheen tuottamisen (afasia), ymmärtämisen (dysfasia) tai eri aistipiireihin liittyviä hahmotuksen häiriöitä (agnosiat). Oireena voi olla myös opittujen tahdonalaisten liikesarjojen käytön häiriöt esimerkiksi päivittäisiin toimintoihin liittyen pukeutumisen hankaloituminen (Talvitie ym. 2006, 368). Yleisimmin häiriintyvät muisti, puhe, orientaatio, keskittymiskyky, toiminnanohjailu, tarkkaavaisuus ja näönvaraiset toiminnot (Kauhanen 2003, Kaste ym. 2006). Kuntoutuksen kannalta hankala oire on myös neglect, johon kuuluu potilaan halvaantuneen kehonpuolen huomiotta jättäminen ja toiminnan tiedostamattomuus (Kaste ym. 2006, Talvitie ym. 2006, 369). Noin 10%:lla aivohalvauskuntoutujista esiintyy akuutissa vaiheessa työntöoiretta (pusher -oireyhtymä), jossa potilas työntää kehonsa painopistettä halvaantuneelle kehonpuolelle (Talvitie ym. 2006, 369).

Etuoslohkot muodostavat aivojen muiden osien kanssa säätelypiirejä, jotka voivat häiriintyä, vaikka itse otsalohkoissa ei olisikaan vauriota. Koska yksittäinen havainto aktivoi useita eri alueita aivoissa, havainnon käsittely häiriintyy jonkin osan vaurion vuoksi. Toisaalta täydellistä kognitiivisen kyvyn menetystä ei pääse tapahtumaan aivovaurion sattuessa. Aivoinfarktissa vaurioituu yleensä vain toinen aivopuolisko, jolloin toisen puolen säätelyverkot säilyvät ehjinä. Etuoslohkon häiriöt ilmenevät yleensä erilaisina toiminnanohjauksen, työmuistin ja tarkkaavaisuuden häiriöinä (Kuikka ym. 2002, 46 – 60, Kolb & Whishaw 2004, 120 - 140).

Aivoverenkiertohäiriön seurauksena kuntoutujan henkisen tason lasku voi aiheutua masennuksesta, joka on yleinen oire sairastumisen seurauksena. Noin 20–65% sairastuneista kärsii masennusta, vaikka sen huomiointi on vähäistä. AVH:n liittyvillä kognitiivisilla häiriöillä on havaittu olevan selkeä yhteys masennukseen (Kauhanen 2003). AVH saattaa vaikuttaa kuntoutujan sosiaaliseen elämään aiheuttaen mm. motivaatio-ongelmia, jolloin kuntoutuja jättää osallistumatta lähiyhteisön toimintaan tai eristäytyy muuten sosiaalisista kontakteista. Taloudellinen ahdinko ja riippuvuus lähiympäristön avusta ovat myös yleisiä haittoja (Kaste ym. 2006, Talvitie ym. 2006, 369). Kokonaisuudessaan AVH vaikuttaa usein laajasti kuntoutujan eri elämäalueille ja tällä on vaikutuksia sekä kuntoutujaan itseensä että kuntoutujan koko perheeseen ja/tai läheisiin (Walker ym. 1981).

Aivoverenkiertohäiriö aiheuttaa varsinkin alkuvaiheessa fyysisen toimintakyvyn alenemista (Kaste ym. 2006, Talvitie ym. 2006, 368). Aivokuoren takaraivolohkolla, keskusuurteen läheisyydessä, sijaitsee primaarinen motorinen kuorikerros, josta välittyy liikekäskyt lihaksiin. Havaitsemisen primaarialue (mm. tuntoaisti) sijaitsee myös keskusuurteen läheisyydessä, motorisen alueen takana (Kuikka 2002, 52 - 53). Näiden alueiden vauriot tulevat esiin vastakkaisen kehonpuolen halvauksina, lihastoiminnan heikentymisenä ja/tai tuntoaistimusten muutoksina (Palomäki ym. 1997). Vaikka motoriikasta ja sensoriikasta vastaavat aivokuoren alueet ovat hyvin symmetriset molemmissa aivopuoliskoissa, eroaa niiden toiminta toisistaan (Bear ym. 2007, 401). Oikean aivopuoliskon vauriossa neglect on yleisempää kuin vasemman puolen vauriossa (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 160).

Oikean puolen vaurioissa ilmenee myös useammin ja laajempia asennonhallinnan häiriöitä (De Sèze ym. 2001). Vasemman puolen vaurion saaneista suurempi osa näyttäisi saavuttavan paremman liikkumiskyvyn (Cassvan ym. 1976) ja pienemmän liikkeen asentohuojunnassa oikean puolen vaurioon verrattuna (Peurala ym. 2007).

Raajojen toispuoleisia halvausoireita esiintyy noin kolmella neljäsosalla potilaista akuuttivaiheessa ja se on yleisempi yläraajassa kuin alaraajassa (Kaste ym. 2006). Tämä johtuu siitä, että aivoinfarkti tai aivoverenvuoto ilmenee useimmiten keskimmäisen aivovaltimon tai sisemmän kaulavaltimon verisuonittamalla alueella aivojen sisä- ja keskiosissa ja nämä alueet vastaavat lähinnä yläraajan toiminnasta (Palomäki ym. 1997, Kauhanen 2003). Muut tämän alueen vaurion oireet saattavat olla lihastoiminnan ja tunnon heikentyminen sekä afasia (Beatty 2001, 440). Aivoverenvuodoista puolet sijaitsee lukinkalvon alla (SAV) ja puolet on spontaaneja verenvuotoja muualla aivoissa. Verenvuodosta johtuva AVH vaikuttaa yleensä sekä ylä- että alaraajan toimintaa heikentävästi (Palomäki ym. 1997).

3 ASENNONHALLINTA JA TASAPAINO

Tasapainolla on tärkeä merkitys kaikessa toiminnassa (Eser ym. 2008). Selviytyäkseen päivittäisistä toimista ihmisen tulee kyetä muuttamaan kehon asentoja, reagoimaan ulkopuolisiin ärsykkeisiin (Walker ym. 2000) ja liikuttamaan kehoaan suhteessa painovoimaan (Talvitie ym. 2006, 228). Asennon hallinnalla ja tasapainoreaktioilla on tärkeä merkitys tasapainon ylläpidossa (Chen ym. 2002). Asennonhallinnasta on kyse silloin, kun ihminen kykenee säilyttämään painopisteensä tukipinnan yläpuolella, stabiloimaan vartalonsa tahdonalaisten liikkeiden aikana ja reagoimaan ulkoisiin ärsykkeisiin liikkeen aikana (Talvitie 2006, 228). Asennon ollessa optimaalinen sen säilyttäminen vaatii mahdollisimman vähän energiaa (Horak 1987, 1882; Shumway-Cook & Woollacott 2006, 162). Huojuntaa tapahtuu eteen, taakse ja sivuille, kun ihminen pyrkii korjaamaan ja säilyttämään tasapainoista seisoma-asentoa. Ihmisen tasapaino saattaa järkkyyä, kun painopiste siirtyy jalkojen muodostaman tukipinnan reuna-alueille tai sen ulkopuolelle (Talvitie 2006, 228).

Nykykäsityksen mukaan tasapaino on taito, jonka hermojärjestelmä oppii. Se käyttää toimiessaan monia eri järjestelmiä: keskushermostoa, aistijärjestelmiä, lihaksia ja biomekaanisia tekijöitä mm. kehon painopisteen sijoittumista tukipintaan nähden ja tukipinnan laajuutta. Useat liikesuoritukset edellyttävät painopisteen siirtämistä tukipinnan suhteen (Talvitie ym. 2006, 229). Posturaalinen tasapaino koostuu staattisesta ja dynaamisesta tasapainosta. Staattisella tasapainolla tarkoitetaan kykyä ylläpitää asento mahdollisimman pienellä huojunnalla. Dynaaminen tasapaino tarkoittaa kykyä liikuttaa kehon painopistettä kontrolloidusti suhteessa tukipintaan (Nichols 1997).

3.1 Tasapainon säätely

Tasapainon säätelyssä vaaditaan yksilössä tapahtuvaa motoriikan, havainnoinnin ja kognition yhteistyötä, lisäksi vaaditaan vuorovaikutusta yksilön, hänen suorittamiensa tehtävien ja

ympäristön kanssa (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 160). Tasapaino-ongelmien ymmärtämiseksi ja tarkoituksenmukaisen hoidon mahdollistamiseksi on tärkeää ymmärtää tasapainotekijöiden moninaisuus ja tasapaino-ongelman mahdollinen syy (Earhart ym. 2006).

Hermoston kannalta asennonhallinnalle merkityksellisiä ovat sensoriset, motoriset ja havainnointiin liittyvät toiminnot. Sensoriset toiminnot tarkoittavat aistitiedon eli somatosensorisen, vestibulaarisen ja visuaalisen tiedon integraatiota ja organisaatiota. Motorisiksi toiminnoiksi kutsutaan järjestäytyneitä hermolihassynergioita kuten asennonhallinnan strategioita. Havainnointiprosessit taas tarkoittavat korkeampia tiedonkäsittelyyn liittyviä aivotoimintoja, jotka yhdistävät sensorisen tiedon toimintaan ja mahdollistavat asennonhallinnassa keskeiset ennakoivat ja mukauttavat toiminnot sekä pystyasennon hahmottamisen. Tasapainoon vaikuttavat myös tuki- ja liikuntaelimestön toiminnallisuus ja hallinta (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 130–131).

Sensoriset toiminnot

Yksilö saa tietoa kehon asennosta painovoiman suhteen sekä kehon eri osien suhteesta toisiinsa aistien avulla (Talvitie ym. 2006, 230). Asennonhallintaan liittyvät sensoriset toiminnot koostuvat kolmen aistijärjestelmän: somatosensorisen, vestibulaarisen ja visuaalisen järjestelmän toiminnasta ja integraatiosta (Earhart ym. 2006, Talvitie ym. 2006, 230, Nienstedt ym. 2008, 498, 511-512). Somatosensorinen aistijärjestelmä vastaa 70 % asennonhallinnasta, vestibulaarinen 20 % ja visuaalinen järjestelmä 10 %. Vaikka yksi näistä toimisi vajaasti, kaksi muuta pystyvät usein kompensoimaan niin, että tasapaino säilyy (De Olivera 2008, 1218–1219). Somatosensoriseen järjestelmään kuuluvat mm. ihosta, jänteistä ja limakalvoista tulevat tunto- ja paineimpulssit sekä kipu- ja proprioseptiiviset impulssit (Talvitie ym. 2006, 230). Proprioseptorit ovat reseptoreita, jotka sijaitsevat lihaksissa, jänteissä ja nivelpusseissa. Ne välittävät tietoja kehon ja jäsenien liikkeistä ja asennoista (proprioseptiset-, kosketus- ja paineresseptorit). Lihaksissa olevat lihaskäämit mittaavat lihaksen pituuden muutoksia, johon venytysrefleksi perustuvat. Lihasten jänteissä sijaitsevat Golgin jännereseptorit reagoivat jänteisiin kohdistuvaan venytykseen ja hillitsevät ylimääräisiä lihasliikkeitä auttaen asennon säilyttämissä. Nämä toiminnot ovat tiedostamattomia. Vestibulaarijärjestelmä ja siitä lähtevä vestibulaarihermo ovat myös

avainasemassa tasapainon säätelyssä. Vestibulaarijärjestelmä sisältää sisäkorvan asento- ja liikereseptorit. Asentoreseptorit välittävät tietoa pään asennosta painovoimaan nähden ja liikereseptorit välittävät pään hidastuvien tai kiihtyvien liikkeiden informaation eteenpäin. Kuulo- ja tasapainohermo eli kahdeksas aivohermo huolehtii tasapainosta ja kuulohavainnoista. Suurin osa ulkomaailman informaatiosta saadaan näköaistin avulla, jolloin näköaistimus etenee hermosolujen välityksellä verkkokalvon kautta talamukseen, jossa tietoa jalostetaan ja käsitellään (Nienstedt ym. 2008, 487-498, 511-512). Näköaisti, proprioseptiset ärsykkeet ja vestibulaarijärjestelmä antavat tietoa ydinjatkeelle ja aivosillalle ihmisen asennosta painovoiman suhteen ja ihmisen osista suhteessa toisistaan, jossa tieto integroidaan tasapainon säilyttämiseksi. Liikkeiden säätelyssä pikkuaivot ja tyvitumakkeet työskentelevät yhdessä tasapainoelinten kanssa (Winter 1995).

Motoriset toiminnot

Tasapainon ylläpidossa, varsinkin pystyasennossa, tasapainoreaktioilla on suuri merkitys. Oikaisureaktiot, erityisesti pään vapaat oikaisureaktiot, ovat avainasemassa tasapainon säilymisessä ja mahdollistavat tasapainon ylläpitämisen eri asennoissa ja liikkeessä. Oikaisureaktioiden aikana tapahtuu kehossa näkymättömiä lihastonuksen muutoksia sekä tarvittaessa raajojen tai vartalon liikkeitä. Ne tapahtuvat yleensä automaattisesti, mutta niitä voidaan kontrolloida myös tahdonalaisesti (Davies 2000, 14 - 24).

Pystyasennon hallinnassa käytetään yleensä ns. kiinteän tuen strategioita, joita ovat nilkka- ja lonkkastrategia. Nilkkastrategiassa apuna käytetään kehosta tulevaa somatosensorista informaatiota, jolloin tasapainoa säädellään nilkan liikkeillä. Lonkkastrategiassa apuna käytetään vestibulaarijärjestelmän informaatiota (Talvitie ym. 2006, 232 - 234), jolloin lonkan alueen lihakset aktivoituvat ja kehossa tapahtuu vartalon liike asennon korjaamiseksi. Toiminnallisia, nilkkastrategiaa edellyttäviä tilanteita ovat kurkottaminen, nostaminen ja esimerkiksi pallon heittäminen. Lonkkastrategian käyttö taas korostuu kapealla lankulla seisomisessa, varpailla, kantapäillä sekä yhdellä jalalla seisomisessa (Paltamaa 2008). Jos asennon hallinta vaatii tuen muutoksia, esimerkiksi painopisteen siirtyessä tukipinnan ulkopuolelle, apuna voidaan käyttää askeleen ottamista, käden liikettä tasapainon tukemiseksi tai käteen tukeutumista. Tällöin asento pyritään vakauttamaan laajentamalla tukipintaa

(Earhart ym. 2006, Talvitie ym. 2006, 232 - 234). Nämä strategiat käynnistyvät jo varhaisessa vaiheessa, hyvissä ajoin ennen kuin painopiste on siirtynyt lähelle tukipinnan reuna-alueetta (Talvitie ym. 2006, 234).

Havainnointiprosessit

Havainnoinnin ja asennonhallinnan edellytys vaativissa tehtävissä on tarkkaavaisuuden ylläpito. Se määritetään yksilön kyvyksi suunnata huomio tiettyyn kohteeseen ilman häiritsevien tekijöiden vaikutusta (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 130–131). Toiminta perustuu yksilön motiiveihin ja toiminnoilla on aina tavoite. Liikkeen aikana tai sitä edeltävästi kehon asento muuttuu ja tilanteeseen reagoidaan lihasjänteiden ja -aktiviteetin muutoksilla ja mukauttamalla vartalon eri osia suhteessa toisiinsa. Asennonhallinta onkin suurelta osin ennakointia ja asennonhallintaan keskeisesti osallistuvat lihakset aktivoituvat jo ennen näkyvää liikettä (Davies 2000, 34, 43–44). Kognition merkitys tasapainon hallinnassa korostuu muun muassa ns. dual task –tehtävissä, joissa huomiokyky joudutaan jakamaan kahteen toimintaan yhtä aikaa (Earhart ym. 2006). Ollakseen tarkoituksenmukaisia, liikkeiden on seurattava toisiaan oikeassa tilanteessa, oikeassa järjestyksessä, oikealla ajoituksella ja avaruudellisesti oikein suunnattuna. Aivot säätelevät tätä toimintaa automaattisesti ja opitut liikesuoritukset sujuvoituvat niin, ettei niitä tarvitse tietoisesti ajatella (Soinila ym. 2010, 126).

Tuki- ja liikuntaelimistön toiminnot

Tuki- ja liikuntaelimistön toiminnalla on myös keskeinen merkitys tasapainon hallinnassa. Nivelten ja neuraalikudoksen liikkuvuudella, lihasten toiminnalla, säätelyllä ja voimatasolla, mm. eriytyneiden liikkeiden hallinnalla, lihasjänteillä sekä vartalon osien biomekaanisilla suhteilla on vaikutusta tasapainon hallintaan (De Olivera ym. 2002, 1215–1217, Shumway-Cook & Woollacott 2006, 160).

4 AIVOVERENKIERTOHAIRIÖ JA TASAPAINON HALLINTA

Suurimmalla osalla AVH-kuntoutujista on tasapaino-ongelmia (Geiger ym. 2001, Eser ym. 2008). AVH saattaa vaikuttaa motorisen kontrollin heikentymisen lisäksi myös visuaalisen, somatosensorisen ja vestibulaarisen järjestelmän toimintaan ja informaatioiden yhteensovittamiseen (Bonan ym. 2004) sekä kognitiivisten kykyjen heikentymiseen (Chen ym. 2002, Katz-Leurer ym. 2006). Näistä johtuen vaikutukset ilmenevät suurimmaksi osaksi asennon hallinnassa, pystyasennossa (Peurala ym. 2007) kävelyssä (Sackley ym. 1997, Katz-Leurer ym. 2006) ja päivittäisissä toimissa (De Séze ym. 2001).

4.1 Aivoverenkiertohäiriön vaikutukset tasapainoon

Asennon muutoksina voidaan havaita vartalon puolien epäsymmetria sekä lisääntynyt huojunta. AVH-kuntoutujien on havaittu välttävän laajoja painonsiirtoja sekä painon vientiä parettiselle alaraajalle (Geurts 2004, 269–271). Muutos yksittäisen kehon osan suhteessa toiseen vaikuttaa muihin kehon osiin sekä asentoon kokonaisuudessaan, jotta painopiste on mahdollista säilyttää tukipinnan sisällä (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 255–245, 253).

Tyypillinen AVH-kuntoutujan asentoon vakauttava strategia on tukipinnan leventäminen sekä painopisteen laskeminen lähemmäs tukipintaa. AVH-kuntoutujan aistittu tukipinta on kapea, koska kuntoutujan oirekuva on toispuoleinen. Tämä johtuu halvaantuneen alaraajan kautta saatavasta sensomotorisen tiedon puutteellisuudesta. Tästä syystä AVH-kuntoutuja laajentaa tukipintaa yleensä ottamalla ympäristöstä tukea oireettomalla yläraajalla. Lisäksi asento vaikuttaa suuresti kehon lihasten jännitystilaan, koska mitä pienempi aistittu tukipinta on, sitä suurempi aktiivisuus asennonhallinnassa tarvitaan (Forsbom ym. 2006, 28, 34, Paltamaa 2004). Normaaliin seisomiseen liittyvä asentohuojunta on aivohalvauskuntoutujilla jopa neljä kertaa suurempi kuin terveillä. Huojunnan lisääntyminen erityisesti sivusuunnassa lisää kaatumisen riskiä (Sihvonen 2004, 14, 45).

Vaurion sijaitessa pikkuaivoissa, kuntoutuja käyttää usein laajaa tukipintaa. Jos kuntoutuja pelkää kaatumista, kehon massan keskipisteen on havaittu siirtyvän anteriorisesti. Tällöin kuntoutujan asento on eteen kallistunut (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 244–245). Ataksia-oiretta esiintyy tyypillisesti pikkuaivovaurioiden yhteydessä. Oireelle tyypillistä on koordinoitujen liikkeiden ja pään, vartalon raajojen tai jopa suun ja nielun toiminnan tai hallinnan vaikeus. Ataksiakuntoutujalla voi olla vaikeutta asennonhallinnassa ja asennosta toiseen siirryttäessä, vaikka yksittäisten lihasten toiminta saattaa esimerkiksi makuuasennossa olla tarkoituksenmukaista (Forsbom ym. 2006, 32). AVH-kuntoutujalla kivun kokemisen ja tuki- ja liikuntaelimestön muutosten on todettu vaikuttavan negatiivisesti asennonhallintaan ja muuttavan tukipinnan käyttöä (De Olivera 2008, 1219).

Sensoriset toiminnot

AVH-kuntoutujalle on hyvin tyypillistä tuntoon liittyvät muutokset. Kuntoutuja ei välttämättä tunne kevyttä, tarkkarajaista kosketusta, liikeaisti heikentyy, kuntoutujalla saattaa olla kipuja sekä lämpötilan vaihtelun tunnistamisessa on heikkoutta. Myös proprioseptiivisessä aistimuksessa, kahden pisteen tunnistamisessa, esineiden tunnistamisessa ja kosketuksen paikantamisessa saattaa olla puutteita (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 122, 124). Alaraajojen sensorisia häiriöitä esiintyy noin 60 %:lla AVH-kuntoutujista. Tuntuupuutos heikentää seisomatasapainoa, kävelynopeutta, tasapainoa kävelyn aikana ja kävelyn symmetriaa (Lynch ym. 2007). Somatosensorisen aistitiedon ollessa puutteellista, kuntoutuja käyttää visuaalista ja vestibulaarista järjestelmää kompensoidakseen asennonhallinnan vaikeutta (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 248, De Olivera 2008, 1218–1219).

Tukipinnasta tuleva tieto on ensiarvoisen tärkeää kuntoutujalle, mikäli kuntoutuja on riippuvainen somatosensorisesta tiedosta asennonhallinnassa. AVH-kuntoutujien nilkan somatosensoristen muutosten onkin havaittu olevan yhteydessä pystyasennon hallintaan liittyviin vaikeuksiin (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 249–251).

Vestibulaarijärjestelmän vauriosta voi seurata katseen kohdentamisen vaikeutta, jolloin aistimus on epäselvä tai värähtelevä. Tyypillisiä oireita voivat olla myös asennon ja tasapainon hallinnan heikentyminen sekä huimauksen tai pyörtymisen tunne. Mikäli kuntoutuja saa muiden järjestelmien kautta riittävästi tietoa, asennonhallinta ei muutu merkittävästi vaikka vestibulaarielimen kautta saatava tieto olisi heikentynyttä (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 124, 248).

Aivoverenkiertohäiriökuntoutujalle visuaalisen palautteen merkitys asennonhallinnassa on keskeinen (Laufer ym. 2005). Visuaalisen havainnoinnin osalta vauriot ilmenevät usein näkökentän puutoksina. Asennonhallinnassa tämä näkyy huojunnan lisääntymisenä, kun kuntoutuja seisoo silmät peitettynä, hämärässä, pimeässä tai ympäristön liikkeessä (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 124, 249–250).

Motoriset toiminnot

Motorisen toiminnan hankaluudet ilmenevät liikkeen etenemisjärjestyksen ja ajoituksen hallinnan heikentymisenä sekä liikkeen mukauttamisen vaikeutena suhteessa muuttuvaan tehtävään ja ympäristön vaatimukseen (Garland ym. 2009, Shumway-Cook & Woollacott 2006, 235). AVH-kuntoutuja käyttää useammin lonkka- tai askelstrategiaa tasapainon ylläpitämiseksi ja myös kompensatorisia keinoja asennon säilyttämiseen ottaen tukea kädellä kuin muut samanikäiset (De Olivera 2008, 1217). AVH-kuntoutujilla esiintyy usein myös lisääntynyttä huojuntaa (Dean ym. 2007, Edwards 2002, 101–102), jota esiintyy AVH-kuntoutujilla kaksinkertainen määrä samanikäisiin verrattuna (Geiger ym. 2001). Liikemallien etenemisessä, ajoituksessa sekä voimakkuudessa on todettu puutteita pareettisella kehonpuolella. Aktivoituminen heikentyy erityisesti distaalisissa raajojen lihaksissa, jolloin proksimaaliset lihakset joutuvat työskentelemään tehokkaammin kompensoidakseen asennonhallintaa (Garland ym. 2009, 388–397, Shumway-Cook & Woollacott 2006, 235, 237–240).

Havainnointiprosessit

Kuten jo aiemmin on todettu, vaurion sijainnilla ja laadulla on merkitystä aivoverenkiertöhäiriön oireisiin ja myös havainnointiin ja tiedonkäsittelyyn. Havainnoinnin ongelmat vaikuttavat asennonhallintaan yleisesti kahdella tavalla; kuntoutuja ei ehkä kykene omaksumaan ja mukauttamaan asentoaan ympäristöstä saadun aistipalautteen mukaan tai hänellä ei ehkä ole kykyä luoda tilanteen edellyttämiä oikeita asennonhallinnan sisäisiä malleja (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 247). Tyypillisimmillään oireet voivat olla aisti-informaation toispuoleinen heikentyminen ja havainnoinnin ongelmatiikka, vauriosta vastakkaisen puolen raajojen liikehäiriöt ja ympäristön ja toimintatilan huomiotta jättäminen. Myös asennonhallinnan ja liikkumisen säätelyn automaattiset osatoiminnot voivat sekaantua ja tarkoituksenmukaisten tahdonalaisen liikkeiden tuottaminen ja suorittaminen voi olla häiriintynyttä (apraksia) (Soinila ym. 2010, 124-126). Oikean aivopuoliskon vaurioihin liittyy usein koordinaatiohäiriöitä epänormaalien liikesynergioiden seurauksena, samoin esiintyy eriytyvien liikkeiden aktivoinnin vaikeutta. Tyypillinen oire voi olla epärealistisuus omiin kykyihin (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 160).

Tiedonkäsittelyyn liittyen saattaa tulla esiin muistin, tarkkaavaisuuden, orientaation ja toiminnan aloittamisen ongelmatikkaa. Asennonhallinnan ennakoinnin on todettu myös heikentyvän tahdonalaisen liikkeen tuottamisen hidastuessa. Liikkeen mukauttaminen sen aikana voi lihasten aktivoitumisen vaikeutuessa hidastua tai estyä, jolloin kuntoutuja ei pysty lisäämään voimantuottoa tai kohdentamaan liikettä tehtävän onnistumiseksi (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 130-131, 240, 246).

Tuki- ja liikuntaelimistö

AVH-kuntoutujalla tuki- ja liikuntaelimistön ominaisuuksista lihasten toiminnan muutokset, liikerajoitukset, lihasjänteys ja lihasvoima vaikuttavat ensisijaisesti asennonhallintaan (De Olivera ym. 2002, 1216). Näistä johtuvat muutokset saattavat näkyä mm. istumatasapainon heikentymisenä ja epäsymmetrisenä asentona (Dean ym. 2007), epätasaisena painon jakautumisena alaraajojen suhteen, vähentyneenä painonsiirtokykyinä askelluksessa sekä

asennonvaihdoksiin liittyvinä epätyypillisinä reaktioina (Walker ym. 2000, Chen ym. 2002). AVH-kuntoutujilla on muun muassa epänormaalista lihastonuksesta johtuen ongelmia tasapainoisten, jäsenyneiden ja eriytyneiden liikkeiden suorittamisessa (Davies 2000, 14-24, 99). Kudosten uudelleenmuovautuvuuden vuoksi pehmytkudokset omaksuvat muuttuneet mittasuhteet nopeasti ja tilanne hoitamattomana saattaa johtaa liikerajoituksiin eli kontraktuuriin. Asennonhallinnan kannalta yliaktiivisuuteen liittyvä nilkan klonus on hankalin yksittäinen tekijä asennonhallintaan liittyen (Yelnik ym. 2010, 801–802).

Aivoverenkiertohäiriön seurauksena halvaantuneen puolen lihakset voivat olla täysin veltot (hypotoniset) tai lihasten toiminta voi olla heikentynyt siten, että eriytyneiden liikkeiden suorittaminen vaikeutuu (Forsbom ym. 2006, 28). Liikkumisen ongelmat liittyvät oikeastaan aina myös heikentyneeseen lihasvoimaan (Talvitie ym. 2006, 140). Osittain halvaantuneen raajan lihasvoiman ja -hallinnan heikkoudesta johtuen AVH-kuntoutujat varaavat noin 61 - 80 % painostaan terveelle alaraajalle (Sackley ym. 1997, Geiger ym. 2001). Tämä vaikuttaa kehon epätasaiseen kuormitukseen ja rajoittaa kehon luonnollista toimintaa (Eser ym. 2008). Kuntoutuja kehittää kompensatorisia keinoja pyrkiessään pitämään painopisteen toimivalla puolella halvaantuneen puolen oireiden vuoksi (Shumway-Cook & Woollacott 2006, 244). Tästä johtuen myös seisoma-asennossa hallittavat stabiliteettirajat pienentyvät (Geiger ym. 2001). Varsinkin pikkuaivojen ja aivorungon alueen vaurioihin liittyy toispuoleisen lihasheikkouden lisäksi tasapainon ja kävelyn häiriöitä sekä liikkeen sujuvuuden ja säätelyn ongelmia (Kauhanen 2003).

Aivoverenkiertohäiriötä pidetään yhtenä suurimpana riskinä aikuisten ja vanhusten kaatumiselle ja vammautumiselle (Geiger ym. 2001, Marigold ym. 2005, Talvitie ym. 2006, 231, Eser ym. 2008). Erilaiset asennon hallinnan muutokset ja häiriöt ovat luultavasti osallisena suureen osaan kaatumisia (Marigold ym. 2005). Taustalla saattaa vaikuttaa myös muut tekijät, muun muassa lääkitys, muut sairaudet, pelko, ravinto, jalkineet, liikkumisapuvälineen käytön ongelmat ja ympäristötekijät (Mänty ym. 2006, 13-17). Tutkimusten mukaan 23 - 73 % palveluasunnoissa asuvista iäkkäistä, kroonisista AVH-kuntoutujista on todettu kaatuvan 4 - 6 kuukauden välein. Heistä noin puolet kaatuu toistuvasti ja tällä kuntoutujaryhmällä on enemmän kuin seitsemänkertainen todennäköisyys

saada murtuma (Marigold ym. 2005). Näistä tekijöistä johtuen tasapainon harjaantuminen on tärkeä tavoite kuntoutuksessa (Sackley ym. 1997, Eser ym. 2008).

4.2 Tasapainon arvioiminen aivoverenkiertohäiriökuntoutujiilla

Liikkumis- ja toimintakyvyn arviointi on lähtökohtana kuntoutukselle. Kuntoutuksessa pitäisi käyttää tarkoituksenmukaisia arviointimenetelmiä fysioterapian suunnittelussa, tavoitteiden asettamisen tukena ja arvioitaessa terapian vaikuttavuutta (Oksanen 2003). Tasapainokyvyn arviointi ja harjoittaminen on tärkeä osa AVH-potilaan kuntoutusta (Grant ym. 1997). Tasapainoa tarvitaan kaikissa päivittäisissä toimissa alkaen sängystä ylösnousussa, yksittäisissä siirtymisissä ja liikkumisessa kodissa ja kodin ulkopuolella. Lähtötilannetta selvitettäessä on tärkeää huomioida kehon biomekaaniset tekijät, koordinaatiokyky ja kognitiiviset valmiudet, jotka omalta osaltaan vaikuttavat tasapainon hallintaan. Koska tasapainon hallinta koostuu monenlaisista tekijöistä, on sen arvioiminenkin haastavaa. Tasapainon menetyksen riskiä arkielämässä lisäävät liukkaat ja epätasaiset alustat, portaat ja huono valaistus. Kuntoutujan tasapainoa arvioitaessa olisikin tärkeä pyrkiä kartoittamaan hänen heikkousalueensa, jotta tasapainoharjoittelu voitaisiin kohdistaa tarvittaviin taitoihin (Earhart ym. 2006).

Tasapainoa voidaan tutkia eri tavoin. Arvokasta tietoa saadaan jo paikallaan seisomisen, seisomaannousun ja kävelyn tarkkailusta sekä päivittäisten toimien yhteydessä asennon hallinnasta (Talvitie ym. 2006, 150 – 151). Kehon linjauksen osalta kuntoutujan asentoa tavallisesti havainnoidaan kehon eri osien sijoittumista toisiinsa, asennon symmetrisyyden, tukipinnan käytön sekä painon jakautumisen suhteen (Shumway-Cook ja Woollacott 2006, 269). Edellytykset tasapainon hallitsemiseksi tulee varmistaa, jotta voidaan luoda mahdollisimman optimaalinen lähtökohta asennon hallintaan. Tunnon osalta aivovauriokuntoutujalla keskeisimmät arvioitavat tuntomodaliteetit ovat kosketus- ja asentotunto. On hyvä tutkia näön, vestibulaarisen järjestelmän ja somatosensoriikan kyky

ylläpitää asentoa. Kudosten liikkuvuuden, lihasjänteiden ja lihasvoiman kartoitus myös on tärkeää edellytyksiä kartoitettaessa (Talvitie ym. 2006, 141–147.)

Tasapainon, sekä dynaamisen (liikkeen aikainen asennon hallinta) että staattisen (paikallaan pysyvä), arviointiin voidaan käyttää erilaisia mittareita. Toiminnallisista testeistä suoriutuminen vaatii asennon hallintaa joko paikalla pysyen tai liikkeen aikana (Talvitie ym. 2006, 150 – 151). Mittauksia tehdään eri alkuasunnoissa, esimerkiksi istuen tai seisten ja jalat peräkkäin tai yhdellä jalalla seisten, riippuen kuntoutujan toimintakyvystä. Tasapainotestejä voidaan tehdä joko silmät auki tai silmät kiinni, testattaessa muun muassa näkökontrollin vaikutusta tasapainoon, sekä käyttää erilaisia ja erikokoisia tukipintoja somatosensoriikan ja vestibulaarisen järjestelmän toimintaa tutkittaessa. Staattisen ja dynaamisen tasapainon muuttuvia tekijöitä ja asentohuojuntaa voidaan mitata tarkasti voimalevyllä seisten, kuten painon jakautumista alaraajojen kesken, painonsiirtoa ja kehon voimakeskipesteen muutoksia (Walker ym. 2000, Eser ym. 2008). Arvioinnissa voidaan kuntoutujan asentoa huojuttaa vielä ulkopuolisen voiman tai liikkuvan alustan avulla. Mittauksissa pyritään arvioimaan kuntoutujan tasapainorajoja (Earhart ym. 2006) ja kykyä kontrolloida kehon painopisteen vaihteluita esimerkiksi siirtymisissä tai istuma-asennossa lantion ja seisoma-asennossa jalkapohjien päällä. Myös kuntoutujan kaatumishistorian selvitys antaa tärkeää informaatiota tasapainosta (Talvitie ym. 2006, 151).

Kuntoutuksessa toimintakyvyn arviointi ja mittaaminen keskittyvät suurelta osin WHO:n ICF-luokituksen kehon toimintojen ja toimintaympäristöön osallistumisen mittaamiseen (Oksanen 2003). ICF-luokituksessa ”Suoritukset ja osallistuminen” pääluokan alla oleva ”Liikkuminen” sisältää erikseen mm. ”asennon vaihtamisen ja ylläpitämisen” (d410-d429) ja ”kävelemisen ja liikkumisen” (d450-d469) osa-alueet (ICF 2004).

4.3 Tasapainoharjoittelu osana muuta kuntoutusta aivohalvauksen jälkeen

AVH-kuntoutus aloitetaan heti sairauden alkuvaiheessa (Richards ym. 2004), kun potilaan elintoiminnot ovat tarpeeksi vakaat (Hack ym. 2003). Kuntoutuksella pyritään korjaamaan tai vähentämään haittaa ja vajaatoimintaa sekä ohjaamaan kuntoutujaa ja hänen lähiomaisiaan (Rohkamm 2004, 174, Stroke Unit Trialists' Collaboration 2003, Aivoliitto 2012). Varhainen ja tehokas kuntoutus onkin yhteydessä nopeaan toipumiseen (Konsensuslausuma 2008). Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että suurin osa kehon fyysisen toimintakyvyn palautumisesta tapahtuu ensimmäisten 5 - 6 viikon aikana aivohalvauksen jälkeen, jos kuntoutuja saa asianmukaista kuntoutusta sisältäen fysioterapiaa (Richards ym. 2004). Tutkimusten mukaan on osoitettu, että jos halvaantuneessa alaraajassa ilmenee liikettä viikon kuluttua sairastumisesta, on kuntoutujalla ennusteen mukaan 80 %: n todennäköisyys oppia kävelemään tehokkaan kuntoutuksen avulla (Kaste ym. 2006).

Kuntoutuminen moniammatillisessa aivohalvauksiin erikoistuneessa kuntoutusyksikössä on tavallista vuodeosastokuntoutumista tehokkaampaa. Tehokkuus ilmenee lyhentyneenä hoitoaikana, vähäisempänä vammaisuutena, vähentyneenä kuolleisuutena ja parempana elämänlaatuna (Hack ym. 2003, Konsensuslausuma 2008). Moniammatillisessa kuntoutusyksikössä annettu hoito lisää alkuvaiheen välittömiä kustannuksia, mutta akuuttihoitoon panostus maksaa itsensä moninkertaisesti takaisin muun muassa vähentyneenä laitoshoidon ja avun tarpeena (Kaste ym. 2006, Konsensuslausuma 2008). Hoitoajan on tutkittu vähenevän 30 % ja pitkäaikaishoitoon jäävien osuuden vähenevän myös 30 %. Kuntoutujan iällä, sukupuolella tai halvauksen vaikeusasteella ei ole riippuvuutta kuntoutuksen tehoon (Konsensuslausuma 2008).

Alkuvaiheessa AVH-kuntoutujalle tulee tehdä arvio fyysisen, kognitiivisen, psyykkisen ja sosiaalisen kuntoutuksen tarpeesta. Potilas tarvitsee usein monialaista kuntoutusta laajasta oirekuvasta johtuen (Kaste ym. 2006). Kuntoutusta tarvitsevalle potilaalle tulee asettaa kuntoutuksen tavoitteet kuntoutujälhtöisesti ja potilaalle tehdään yksilöllinen kuntoutussuunnitelma (Konsensuslausuma 2008). Kuntoutusryhmään kuuluvat vaihdellen

mm. lääkäri, sairaanhoitaja, sosiaalityöntekijä, fysioterapeutti, toimintaterapeutti, puheterapeutti ja neuropsykologi (Hack ym. 2003). Fysioterapia on yleinen kuntoutusmuoto, koska useimmilla kuntoutujilla esiintyy motorisia halvausoireita (Kaste ym. 2006). Alkuvaiheen sairaalajakson jälkeen kuntoutusta pyritään jatkamaan tarvittaessa moniammatillisena kuntoutuksena kuntoutusosastolla (Turkka 2006), laituskuntoutusjaksoilla ja/tai avolaitosten tarjoamana kuntoutuksena. Muutosten käsittely esimerkiksi sopeutumisvalmennuksen avulla on osa kuntoutumisen prosessia (Aivoliitto 2013).

Ensimmäiset neljä viikkoa AVH:n jälkeen määritellään akuuttivaiheeksi, jolloin kuntoutus pyritään aloittamaan tehokkaasti. Akuuttivaiheen jälkeistä, neljästä viikosta kuuteen kuukauteen kestäväää kuntoutusta kutsutaan subakuutiksi kuntoutukseksi ja kuuden kuukauden jälkeistä aikaa krooniseksi vaiheeksi (Kottink ym. 2003). Aktiivista kuntoutusta jatketaan niin kauan kun oleellista toipumista tapahtuu (Stroke Unit Trialists' Collaboration 2003), kuitenkin jos kuntoutus ei ole tehonnut lainkaan ensimmäisen kolmen kuukauden kuluessa, ei sen jatkaminen yleensä ole kannattavaa. Kuntoutusennusteeseen vaikuttavat monet tekijät mm. potilaan ikä, muut sairaudet ja lääkkitykset sekä kuntoutujan henkinen ja kognitiivinen taso (Kaste ym. 2006). Kaikista AVH-kuntoutujista noin 40 % tarvitsee pitkäkestoista kuntoutushoitoa (Kauhanen 2003).

AVH:n jälkeisellä kuntoutuksella pyritään toimintarajoitteiden korjaamiseen ja mahdollisimman itsenäisen toimintakyvyn saavuttamiseen. Kuntoutuminen riippuu AVH:n tyypistä ja vaikeusasteesta, sen aiheuttamista toimintarajoitteista, sairastumista edeltäneestä toimintakyvystä ja potilaan iästä, työikäisillä työn vaatimuksista, sosiaalisesta verkostosta ja potilaan omasta motivaatiosta (Aivoliitto 2013). Kuntoutus perustuu mm. hermoverkostojen muovautuvuuteen ja hermosolujen kykyyn muuttua oppimisen kautta (Kuikka 2001, 46 – 50). Hermoverkostojen vahingoittuneella alueella sekä terveellä puolella tapahtuu muuttumista erilaisten ärsykkeiden myötä: uudelleen järjestäytymistä, uusien yhteyksien muodostusta ja/tai olemassa olevien yhteyksien purkamista ja ärsykkeen poistamista (Britton ym. 2008). Toimintojen kehittymisen keskeisinä tekijöinä pidetään turhien ja haitallisten hermosoluliitosten karsiutumista, jolloin osa aivovaurion seurauksena tulleista oireista lievenee. Osasta oireista jää kuitenkin pysyviä haittoja (Forsbom 2006, 26). Uusien,

toiminnallisten yhteyksien luominen vaatii paljon aktiivista toimintaa (Sivenius 2006). Kuntoutuksen vaikuttavuudessa toistojen ja kuntoutusjaksojen lukumäärä sekä harjoitteluun käytetty kokonaisaika ovat ratkaisevia (Britton ym. 2008). Harjoitteita, joissa mennään toimintakyvyn ääri rajoille, tulisi tehdä päivittäin (Sivenius 2006), koska tutkimusten mukaan hoidon intensiteetti lisää sen vaikuttavuutta liikuntakyvyn parantamiseksi (Konsensuslausuma 2008). Toistojen vaikutuksesta harjoittelussa pystytään etenemään yhä automaattisemmalle tasolle (Talvitie ym. 2006, 361). Harjoittelun useudella on vaikutusta kaatumisten ennaltaehkäisyyn jopa vuosia AVH:n jälkeen (McClellan ym. 2004, Sivenius 2006) myös iäkkäillä kuntoutujilla, mutta edelleen on epäselvää, mitkä harjoittelumuodot ovat tehokkaimmat (Marigold ym. 2005).

Tasapainon moniulotteisuudesta johtuen myös siihen liittyviä harjoittelumuotoja on useita. Harjoittelu saattaa sisältää esimerkiksi tasapaino-ongelmiin vaikuttavien tuki- ja liikuntaelinongelmien hoitoa, perinteistä liikkeen, toimintojen ja koordinaation harjoittelua, tasapainoreaktioiden ja –strategioiden harjoittelua, aistitoimintojen aktivointiharjoituksia, biopalaute-harjoittelua (De Séze ym. 2001, Dean ym. 2007, Eser ym. 2008) sekä eri ympäristöissä suoritettuja tasapainoharjoitteita (Schumway-Cook & Woollagott 2006). Kuntoutuksen yhteydessä kartoitetaan myös apuvälineiden ja kodin muutostöiden tarvetta (Kaste ym. 2006). Tehtäväkeskeiset, mm. posturaalisen hallinnan harjoitteluun liittyvät tehtävät edellyttävät myös niiden havainto-, kognitio- ja toimintajärjestelmien ymmärtämistä ja huomioon ottoa, joita tarvitaan toiminnan toteuttamiseen. Tästä syystä kuntoutujan kognition aktivointi harjoituksiin liittyen on merkittävä tekijä tasapainon hallinnassa (De Séze ym. 2001, Talvitie ym. 2006, 363). Tasapainoharjoittelu tulee suunnitella yksilöllisesti kuntoutujan toimintakyvyn mukaan ja kuntoutuksen edetessä harjoitteita voidaan tehostaa muun muassa pienentämällä tukipintaa, lisäämällä mahdollista vastusta tai tehtäväkeskeisissä harjoitteissa muuten vaikeuttamalla tehtävää (Talvitie ym. 2006, 237 – 238).

Yleinen hermo-lihasyhteyden aktivoiminen ja spastisiteetin hallinta luovat perustan AVH-kuntoutujan tasapainoharjoitteluun (De Séze ym. 2001, Dean ym. 2007, Eser ym. 2008). Myös liikkuvuus- ja lihasvoimaharjoittelu liittyvät läheisesti tasapainon hallinnan harjoitteluun (Sackley ym. 1997, Talvitie ym. 2006, 237 – 238, Konsensuslausuma 2008).

Tärkeimpinä osatekijöinä, jotta itsenäinen suoriutuminen arkipäivän toiminnoissa onnistuisi, ovat vartalon hallinta ja istumatasapainon saavuttaminen (De Séze ym. 2001, Dean ym. 2007, Eser ym. 2008). Aistitoimintojen harjoittelussa tulee huomioida eri aistikanavien toiminta. Harjoittelun avulla voidaan pyrkiä tehostamaan heikon aistin toimintaa esimerkiksi stimuloimalla sähköä avulla tuntoa (Marigold & Eng 2006). Biopalaute-harjoittelussa käytössä voi olla esimerkiksi voimalevyllä seistessä kuvaruudulle muodostuva näköpalaute tai näytöllä lihaksen EMG-aktiivisuuden piirtämä kuva tai palautteena ja harjoittelun tehosteena voivat olla myös erilaiset äänimerkit (Eser ym. 2008). Koska AVH-kuntoutujilla on tyypillistä epäsymmetrinen painon jakautuminen, auttaa visuaalinen palaute tämän hahmottamisessa (Barclay-Goddard ym. 2004). Tasapainoa voidaan harjoittaa myös virtuaalisessa toimintaympäristössä, jossa kuntoutuja voi turvallisesti harjoitella erilaisissa, realistisen oloisissa ja haastavissa tilanteissa (Whitney ym. 2002). Tasapainoharjoittelussa voidaan käyttää myös erilaisia, erityisiä harjoitusmuotoja, muun muassa Tai Chi:ta, joiden tehokkuudesta on tehty yksittäisiä tutkimuksia. Toisaalta koottu ja kattava yhteenveto AVH-kuntoutujien tehokkaista tasapainon harjoittelumenetelmistä vielä puuttuu (De Séze ym. 2001, Dean ym. 2007, Eser ym. 2008). Heikentyneellä tasapainolla on suurin vaikutus kävelyyn sekä itsenäisyyteen päivittäisissä toimissa, joten sen harjoittelulla on suuri merkitys (Sackley ym. 1997, De Séze ym. 2001, Eser ym. 2008).

LÄHTEET

Aivoliitto. Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) [www –dokumentti] 08/2012 [haettu 5.5.2013]

http://www.aivoliitto.fi/files/1091/avh_lukuina2012_web.pdf

Andersen RA, Snyder LH, Li CS, Stricanne B. Coordinate transformations in the representation of spatial information. *Curr Opin Neurobiol* 1993;3:171-6.

Badke MB, Duncan PW. patterns of rapid motor responses during postural adjustments when standing in healthy subjects and hemiplegic patients. *Phys Ther* 1983;63:13-20.

Barclay-Goddard R, Stevenson T, Poluha W, Moffatt M, Taback S. Force platform feedback for standing balance training after stroke (Review). *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2009; 4;CD004129.

Bear M, Connors B, Paradiso M. *Neuroscience – Exploring the brain. Brain control of movement*. 3. painos. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Beatty J. *The Human Brain: Essentiels of behavioral neuroscience*. California: Sage, 2001.

Bonan I, Yelnik A, Colle F, Michaud C, Normand E, Panigot B, Roth P, Guichard J, Vicaut E. Reliance on visual information after stroke. Part II: effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:274-8.

Britton E, Harris N, Turton A. An exploratory randomized controlled trial of assisted practice for improving sit-to-stand in stroke patients in the hospital setting. *Clinical Rehabilitation* 2008;22:458-468.

Brunnstrom S. *Movement therapy in hemiplegia: a neurophysiological approach*. Philadelphia, PA: Harper & Row, 1970.

Cassvan G, Ross P-L, Dyer P, Zane L. Lateralization in stroke syndromes as a factor in ambulation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1976;57:583-7.

Chen I-C, Cheng P-T, Chen C-L, Chen S-C, Chung C-Y, Yeh T-H. Effect of balance training on hemiplegic stroke patients. *Chang Gung Med J* 2002;25:583-90.

Davies P. *Steps to follow*. Berlin: Springer-Verlag, 2000.

De Olivera B, Torres de Medeiros R, Norberto A, Greters M, Conforto A. Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2002;45(8); 1215-1226.

Dean C, Channon E, Hall J . Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 2007;53:97–102.

De Sèze M, Wiart L, Bon-Saint-Côme A, Debelleix X, de Sèze M, Joseph P-A, Mazaux J-M, Barat M. Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:793-800.

Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, posture stability, and functional assessments of the hemiplegic patients. *Am J Phys Med* 1987;66:77-90.

Earhart G, Fay B. Balance training. Teoksessa Selzer M, Clarke S, Cohen L, Duncan P, Gage F (toim.) *Textbook of Neural repair and rehabilitation*. Volume II. Cambridge: Cambridge university press, 2006:103-118.

Edwards S. *Neurological Physiotherapy –A problem solving approach*. Second Edition. China: Churchill Livingstone, 2002.

English C, Hillier SL. Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Stroke Group Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2010;9:CD007513.

Eser F, Yavuzer G, Karakus D, Karaoglan B. Th effect of balance training on motor recovery and ambulation after stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2008;44:19-25.

Fisher M, Bogousslavsky J. *Current Review of Cerebrovascular Disease*. 4th Edition. Philadelphia: Current Medicine, 2001.

Fong KN, Chan CC, Au DK. Relationship of motor and cognitive abilities to functional performance in stroke rehabilitation. *Brain Inj* 2001;15:443-453.

Forsbom M-B, Kärki E, Leppänen L, Sairanen R. *Aivovauriopotilaan kuntoutus*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi, 2006.

French B, Thomas L, Leathley M, Sutton C, Mc Adam J, Forster A, Langhorne P, Price C, Walker A, Watkins C. Repetitive task training for improving functional ability after stroke (review). *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2007;4:CD006073.

Garland J, Gray V, Knorr S. Muscle Activation Pattern and Postural Control Following Stroke. *Human Kinetics*, 2009;13:387-411.

Geiger R, Allen J, O'Keefe J, Hicks R. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback /forceplate training. *Physical Therapy* 2001;81:995-1005.

Geurts A, De Haart M, Van Nes I, Duysens J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait & Posture* 2005;22: 267–281.

Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Maximum voluntary weight Bearing by the affected and unaffected legs in standing following stroke. *Clin Biomech* 1996;11:333-42.

Grant T, Brouwer B, Culham E, Vandervoort A. Balance retraining following acute stroke: a comparison of two methods. *Canadian Journal of Rehabilitation* 1997;11:69-73.

Hack W, Kaste M, Bogousslavsky J ym. European Stroke Initiative Recommendations for Stroke Management - update 2003. *Cerebrovasc Dis* 2003;16:311-337.

Horak, Fay B. Clinical measurement of Postural Control in Adults. *Physical Therapy*, 1987; 67(12):1881-1885.

Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Aust J Physiother* 2001;47:89-100.

Häppölä O. Aivoinfarktin muu etiologia (paitsi aivoverisuonten ateroskleroosi) [www – dokumentti] 16.6.2006b [haettu 7.10.2009]

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/naytaartikkeli/tunnus/nix00606>

Häppölä O. Diagnostiset neuroradiologiset tutkimukset [www –dokumentti] 16.6.2006a [haettu 7.10.2009]

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/naytaartikkeli/tunnus/nix00605>

ICF. Toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden kansainvälinen luokitus. Stakes. World Health Organization. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 2004.

Jette D, Latham N, Smout R, Gassaway J, Slavin M, Horn S. Physical therapy interventions for patients with stroke in in-patient rehabilitation facilities. *Phys Ther* 2005;85:238-248.

Kaste M, Hernesniemi J, Järvinen A, Kotila M, Lindsberg P, Palomäki H, Roine RO, Sivenius J. Aivoverenkiertohäiriöt. Teoksessa Soinila S, Kaste M, Launes J, Somer H (toim.) *Neurologia*. 2.painos. Jyväskylä: Duodecim, 2006:271-331.

Katz-Leurer M, Sender I, Keren O, Dvir Z. The influence of early cycling training on balance in stroke patients at the subacute stage. Results of a preliminary trial. *Clinical Rehabilitation* 2006;20:398-405.

Kauhanen M-L. Aivoverenkiertohäiriö. Teoksessa Alaranta H, Pohjolainen T, Salminen J, Viikari-Juntura E (toim.) *Fysiatría*. 3.painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 2003:212-224.

Kolb B, Whishaw IQ. *Fundamentals of human neurology*. 5.painos. New York: W.H. Freeman and Company, 2004.

Konsensuslausuma. Äkillisten aivovaurioiden jälkeinen kuntoutus. Fokuksessa aivoverenkiertohäiriöt ja aivovammat. Espoo: Suomalainen lääkärisseura Duodecim, 2008.

Kottink A, Oostendorp L, Buurke J, Nene A, Hermens H, Ijzerman M. The Orthotic effect of functional electrical stimulation on the improvement of walking in stroke patients with a dropped foot: A systematic review. *Artificial Organs* 2003;28;577-586.

Kuikka P, Pulliainen V, Hänninen R. *Kliininen neuropsykologia*. Porvoo: WS Bookwell Oy. 2002.

Käypähoito. Aivoinfarkti. [www-dokumentti] 2013 [haettu 5.5.2013]

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/naytaartikkeli/tunnus/hoi50051>

Laufer Yocheved, Schwarzmans R, Sivan D, Sprecher E 2004. Postural control of patients with hemiparesis: force plates measurements based on the clinical sensory organization test. *Physiotherapy Theory and Practice* 2005; 21(3):163-167

Lee WA, Deming L, Sahgal V. Quantitative and clinical measures of static standing balance in hemiparetic and normal subjects. *Phys Ther* 1988;68:970-76.

Leroux A, Pinet H, Nadeau S. Task-oriented intervention in chronic stroke: Changes in clinical and laboratory measures of balance and mobility. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85:820-30.

Lynch E, Hillier S, Stiller K, Campanella R, Fisher P. Sensory retraining of the lower limb after acute stroke: a randomized controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1101-7.

Marigold D, Eng J, Dawson A, Inglis J, Harris J, Gylfadóttir S. Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. *JAGS* 2005;53:416-423.

Marigold D, Eng J. The relationship of asymmetric weight-bearing with postural sway and visual reliance in stroke. *Gait & Posture* 2006;23:249-255.

McClellan R, Ada L. A six-week, resource-efficient mobility program after discharge from rehabilitation improves standing in people affected by stroke: placebo-controlled, randomized trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 2004;50:163-167.

Meretoja A, Kaste M, Roine R, Linna M, Juntunen M, Häkkinen U. PERFECT Stroke - Aivohalvauksen hoidon aiheuttamat suorat terveydenhuollon kustannukset Suomessa 1999-2008. Teoksessa Klavus J. (toim.) *Terveystaloustiede*. THL, 2010a.

Meretoja A, Roine R, Kaste M. Stroke monitoring on a national level: PERFECT Stroke, a comprehensive, registry-linkage stroke database in Finland. *Stroke* 2010b;41:2239-46.

Mänty M, Sihvonen S, Hulkko T, Lounamaa A. Iäkkäiden henkilöiden kaatumistapaturmat. Opas kaatumisten ja murtumien ehkäisyyn. Helsinki: Kansanterveyslaitoksen julkaisu B8, 2006.

Nienstedt W, Hänninen O, Arstila A, Björkqvist S-E. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15.-17-painos. Helsinki: WSOY, 2008.

Nichols D. Balance retraining after stroke using force platform biofeedback. *Physical Therapy* 1997;77:553-8.

Oksanen A. Fysioterapia. Teoksessa Alaranta H, Pohjolainen T, Salminen J, Viikari-Juntura E. (toim.) *Fysiatria*. 3.painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 2003:392-402.

Palomäki H, Koskinen S, Kannisto M. Aivovammat ja aivoverenkierron häiriöt. Teoksessa Alaranta H, Pohjolainen T, Rissanen P, Vanharanta H (toim.). *Fysiatria*. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim. 1997:260-280.

Paltamaa J. tasapainon tutkiminen ja kliiniset tasapainotestit. *Fysioterapia* 2004;4(51):10-14.

Peurala SH, Könönen P, Pitkänen K, Sivenius J, Tarkka IM. Postural instability in patients with chronic stroke. *Restor Neurol Neurosci* 2007;25(2):101-8.

Pollock A, Baer G, Pomeroy VM, Langhorne P. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Stroke Group Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2009;1:CD001920.

Richards C, Malouin F, Bravo G, Dumas F, Wood-Dauphinee S. The role of technology in task-oriented training in persons with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2004;18:199-211.

Rohkamm R. Color atlas of neurology. Germany: Georg Thieme Verlag, 2004.

Sackley CM. Falls, sway, and symmetry of weight bearing after stroke. *Int Disabil Stud* 1991;13:1-4.

Sackley C, Lincoln N. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disability and Rehabilitation* 1997;19:536-546.

Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control: theory and practical applications. 2.painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor Control – Translating Research into Clinical Practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

Sihvonen S. Postural balance and aging. Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. Jyväskylän yliopisto. Liikunta- ja terveystieteiden laitos. Jyväskylä: Jyväskylä University Printing House, 2004.

Sivenius J. Käden ja jalan toiminnallinen sähköstimulaatio. [www-dokumentti] 16.6.2006 [haettu 7.10.2009]
<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/naytaartikkeli/tunnus/nak05568>

Sivenius J, Tuomilehto J, Immonen-Räihä P. Aivohalvauksen ilmaantuvuus ja kuolleisuus laskivat Suomessa vuosina 1983-1997. Suom Lääkäril 2004;59:2683-9.

Soinila S, Kaste M, Somer H. Neurologia. Duodecim, 2010.

Stroke Unit Trialists' Collaboration. Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. The Cochrane Database of Systematic Reviews. 2003;CD000197.

Suomen tilastollinen vuosikirja. Tilastokeskus 2004 [www -dokumentti] 22.12.2006 [haettu 7.10.2009] <http://www.stat.fi/tup/vuosikirja/index.html>

Talvitie U, Karppi S-L, Mansikkamäki T. Fysioterapia. 2.painos. Helsinki: Edita Prima Oy, 2006.

Tatemichi T, Desmond D, Stern Y, Paik M, Sano M, Bagiella E. Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1994;57:202-207.

Taylor D, Ashurn A, Ward C. Asymmetrical trunk posture, unilateral neglect and motor performance following stroke. Clin Rehabil 1994;8:48-53.

Teasell R, McCrea M, Foley N, Bhardwaj A. The incidence and consequences of falls in stroke patients during inpatient rehabilitation: Factors associated with high risk. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:329-33.

Turkka J. Eri fysioterapioiden teho pystyasennon kontrollin ja alaraajojen toiminnan kuntouttamisessa. [www -dokumentti] 16.6.2006 [haettu 13.4.2008]
<http://www.kaypahoito.fi/>

Tyson S, Selley A. A content analysis of physiotherapy for postural control in people with stroke: an observational study. *Disabil Rehabil* 2006;28:865-872.

Van Peppen R, Kortsmit M, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review. *Rehabil Med* 2006;38:3-9.

Walker A, Robins M, Weinfeld F. National survey of stroke. Clinical findings. *Stroke* 1981;12(suppl. I):13-31.

Werner C, Von Frankenberg S, Treig T, et al. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: A randomized cross-over study. *Stroke* 2002;33:2895-901.

Whitney S, Sparto P, Brown K, Furman JM, Jacobson J, Redfern M. The potential use of virtual reality in balance and vestibular rehabilitation; preliminary findings with the BNAVE. *Neurol report* 2002;26:72-79.

Winter D. A.B.C. (Anatomy, Biomechanics and Control) of Balance During Standing and Walking. Waterloo: Waterloo Biomechanics, 1995.

Wolfe C. The impact of stroke. *British Medical Bulletin* 2000;56(2):275-86.

Yamamoto L, Magalong E. Outcome measures in stroke. *Crit Care Nurs Q* 2003;26:283-293.

Yelnik A, Simon O, Parratte B, Gracies J. How to Clinically Assess and Treat Muscle Overactivity in Spastic Paresis. *J. Rehabil Med* 2010;42:801-807.

Evidence on the effectiveness of balance training after stroke. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials

Sahinoja H PT ¹; Peurala SH PhD, PT ²; Sjögren T PhD, PT ¹, Paltamaa J PhD, PT ^{1,3,4}; Heinonen A PhD, PT ¹.

¹ Department of Health Sciences, University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland

² Lahti Rehabilitation Centre, Lahti, Finland

³ Peurunka Medical Rehabilitation Center, Laukaa, Finland

⁴ JAMK University of Applied Sciences, School of Health and Social Studies, Jyväskylä, Finland

Corresponding author:

Hanna Sahinoja, PT

Rataniityntie 6 A 16

FI-36240 Kangasala, Finland

email: hannasahinoja@hotmail.com

tel: +358 50 306 9061

Keywords: balance, physical therapy, exercise training, stroke

ABSTRACT

Background: Balance deficits are common in individuals after stroke. Although rehabilitation techniques are of interest in the care of stroke patients, there is a lack of evidence-based on effectiveness of balance training.

Objective: To determine the evidence of effectiveness of active balance training on the balance and walking outcomes of patients with stroke by reviewing the results of randomized controlled trials (RCTs).

Methods: A systematic literature search was conducted in Ovid Medline, CINAHL, Embase, Physiotherapy Evidence Database, the Cochrane Central Register of Controlled Trials and by manual search. RCTs for patients over 18 years old with stroke and published in English, Finnish, Swedish, or German were included in the study. Studies were collected up to January 2012. Meta-analyses were performed separately for three subgroups of studies: 1) Balance training versus no or placebo treatment, 2) balance training versus other treatment and 3) balance training with conventional physiotherapy versus conventional physiotherapy only. The evidence found was rated, according to the number and quality of studies; high, moderate, low or no evidence.

Results: 29 RCTs were included in the review. Balance training produced better balance (high evidence), but not walking (high evidence), outcomes compared to no/placebo treatment. Balance training did not improve balance (moderate evidence) or walking outcomes (moderate evidence) when balance training compared to other training or balance outcomes (high evidence) when balance training with conventional physiotherapy was compared to conventional physiotherapy only.

Conclusions: Balance training proved to be more effective in improving balance than no treatment or placebo control following stroke. Active training for improving trunk or lower extremities function improved balance and walking as much as specific balance training. Balance training with physiotherapy did not have an extra impact compared to conventional physiotherapy. Further studies are needed to conclude balance training and rehabilitation.

Keywords: balance, physical therapy, exercise training, stroke

INTRODUCTION

Stroke is the major cause of long-term neurological disability in adults ¹. Many patients with stroke suffer from significant cognitive and motor impairments^{2,3}. Patients might have impaired weight-shifting ability⁴⁻⁶, abnormalities in postural responses⁷, gait disorders, poor sitting and standing balance control ^{2,3} and increased risk of falling toward the paretic side^{8,9}. In particular, impaired balance has the greatest impact on activities of daily living (ADL) independence ¹⁰ and walking ¹¹ and this makes postural control a priority in post-stroke rehabilitation ^{12,13}.

Balance is defined as postural stability and is built up by the integration of somatosensory, vestibular and visual information ¹⁴. It is consisting of a cognitive product of the task undertaken and the environment in which it is performed ¹⁵ for maintaining the centre of mass within the base of support ¹⁶. So, balance is multidimensional skill and that makes challenge to assess and treat the stroke patients with balance problems ^{17,18}.

Evidence on the effects of balance training is either scarce or is mainly method-specific; force platform feedback training^{19,20}, circuit class therapy²¹ and repetitive task training²². Researchers have been examined the balance training methods for stroke patients, but still the optimal kind of balance training intervention remains unclear ^{17,18,23}. Therefore the evidence of balance training, and not only method-specific, interventions is needed. Also the wide comparison of outcome results is needed.

The purpose of systematic review was to investigate the evidence of the effect of active balance training on the balance and walking in people with stroke. The evidence on the effect of balance training was gathered by meta-analyses, in which interventions were divided into three subgroups: 1) balance training versus no or placebo treatment, 2) balance training versus other treatment and 3) balance training with conventional physiotherapy versus conventional physiotherapy only. In addition, evidence was gathered by the number and quality of randomized controlled trials (RCTs). The balance interventions which outcome measures could be linked to the World Health Organization's (WHO) International Classification of

Functioning, Disability and Health (ICF) domains of *Changing and maintaining body position* (d410-d429) and *walking* (d450) in the Mobility of the Activities and Participation component, were taken into consideration in this study²⁴.

MATERIAL AND METHODS

The search strategy

A systematic literature search was conducted at July 2008 in the Ovid Medline, Cumulative Index to Nursing & Allied Health Literature (CINAHL), Embase, Physiotherapy Evidence Database, the Cochrane Central Register of Controlled Trials and by manual search. The literature search updated from August 2008 to January 2012 in the Ovid Medline and from August 2008 to December 2011 in the CINAHL. Two information specialists performed the searches in these electronic databases in conjunction with the researchers. The titles and abstracts of the article were screened by two independent reviewers (HS & SP/T-KT/TS). Potentially relevant articles were retrieved for full text assessment.

The search strategy was originally performed for physiotherapy interventions on stroke (Figure 1)²⁵ and later updated according to special search concerning stroke, and balance and postural stability. Search terms were entered into each database using either MeSH or keyword headings specific to the requirements of the database. The full search strategies are available on request from the corresponding author, but Ovid Medline search strategy is available as an example on Appendix 1.

Inclusion criteria for the review were: (a) studies focused on physiotherapy intervention; (b) included subjects over 18-year-old stroke patients; (c) balance training intervention needed to

be active training related to the ICF category of Changing and maintaining body position; (d) used one or more outcomes measuring balance; (e) studies were randomized controlled trials (RCT); and, (f) published in English, Finnish, Swedish or German. Non-randomized and – controlled pre-experimental studies, abstracts and protocols were excluded. Bibliographies of balance review articles, narrative reviews and abstracts published in conference proceedings were also evaluated for relevant publications. In addition, citation tracking of all balance RCT article references was conducted. Inclusion of articles was based on agreement between two independent reviewers (HS & SP). Any unclear decisions were decided by a third reviewer (AH).

Quality analyses

Methodological quality of articles or risk of bias was evaluated according to the criteria made by van Tulder et al (2003) ²⁶. The items concerns internal validity related to selection bias, performance bias, attrition bias and detection bias. All 11 items (A-K) were rated as “yes”, “no” or “don’t know”. If A was rated “don’t know”, a request was sent to the authors to clarify whether the method of randomization was adequate. If two requests were not answered, the study was accepted, but the method remained rated as “don’t know”. RCTs were considered as high-level, moderate or poor depending on yes-rated items and number of subjects (Table 1) ²⁷. Two independent and blinded assessors evaluated the methodological quality and content analysis (HS & SP). Any disagreements were resolved by consensus between the reviewers and remaining disagreements were decided by a third reviewer (TS, JP, AH). Interrater reliability for the methodological quality assessment was computed by Kappa statistics, in which Adequate is 0.40-0.74 and Excellent ≥ 0.75 ²⁸.

Meta-analyses

The meta-analyses were performed in subgroups according to the physiotherapy follows: 1) Balance training versus no or placebo treatment, 2) balance training versus other treatment (other mobility training during physiotherapy) and 3) balance training with conventional physiotherapy versus conventional physiotherapy only. The standardized outcome measures operationalized as changing and maintaining body position and walking category were included to the analysis. RCTs of poor methodological quality were excluded from the meta-analyses.

In the meta-analysis, Cochrane Collaboration's Review Manager 5.1 program was used to calculate pooled effect estimates for combinations of single study effects. The inverse-variance random-effects method was used. Random-effect meta-analysis assumes that effects that are estimated are not identical in different studies but it follows some distribution. The center of this distribution describes the average of the effects and its width the degree of heterogeneity. For continuous outcomes the standardized mean difference, i.e. the effect size were calculated.

To calculate the standard mean difference the final values of intervention for outcomes and their standard deviations (SDs) were used. If final values were not reported, a request for this information was sent to the authors. If two requests were not answered the RCT was not taken into account to the meta-analyses. In studies where multiple comparisons had been done, for example two or more intervention groups versus a control group, the number of controls in the group was divided amongst the comparisons. The overall effect was tested with the z-test, where the null hypothesis is that there is no difference between an intervention group and control group. Depending on the quality and amount of RCTs, the evidence of meta-analysis was rated in four categories: high, moderate, low or no evidence (Table 2)²⁹.

To calculate the standard mean difference we used primarily dynamic, functional and standing balance outcomes, as well as primarily measured outcomes than questionnaires. In walking category we used primarily short timed walking (10MWT, 5MWT) if applicable.

RESULTS

A total of 29 RCTs published during years 1993-2011 fulfilled the inclusion criteria (Figure 1) ³⁰⁻⁷². One RCT ⁵² refers to a trial with two intervention-control pairs which have been referenced separately in the review (Appendix 3). After contacting the authors, the method of randomization of six studies remained unclear (Appendix 2) ^{55,56,58,61,64,68}. Overall the methodological quality of the included RCTs was good: mean 5.6 (SD 2.5), range 1-9. Only five RCTs reached high quality (Appendix 2) ^{45,49,63,67,69}. In our quality assessment, kappa for interrater reliability was 0.754 (excellent, $p < 0.001$).

The RCTs selected included a total of 993 persons with stroke, number of participants per analyzed groups varied from five to 47. The mean age of the participants varied from 51 to 78 years. Time since stroke onset was acute in seven RCTs ^{46,53,62,63,66,68,70} (0-4weeks), subacute in 10 RCTs ^{44,47,51,52,54,56,60,64,67,69} (4weeks-6months) and chronic in 12 RCTs ^{43,45,48-50,55,57-59,61,65,71} (more than 6 months) (Appendix 3). The hemiplegia was mostly reported to be at left side, type of stroke was more often ischemic than haemorrhagic, patients were mostly men and most of the patients used some aid for transferring themselves.

The number of the RCTs were divided into each group as follows; 1) balance training compared to no or placebo treatment (n=7) ⁴³⁻⁴⁹, 2) balance training compared to other treatment (n=14) ⁵⁰⁻⁶³ and 3) balance training with conventional physiotherapy compared to conventional physiotherapy only (n=9) ⁶⁴⁻⁷².

Outcomes linked to the ICF category of changing and maintaining body position and walking category were included to the analysis. Appendix 3 shows the precise outcomes and the selected and available outcomes for standard mean difference are marked with black bowl. The most common balance measures were Berg Balance Scale (BBS, n=15)^{45,48,51,52,54-58,60,62,66,68,70,71}, Timed Up and Go (TUG; n=9)^{45,51,52,54-57,59,60}, postural sway (n=7)^{51,52,61,64,65,68,71}, peak body weight through affected foot during different movements (n=6)^{43,46,47,50,58,71} and functional reach/limits of stability (n=5)^{43,44,46,62,65}. The most common walking measures were walking speed (i.e. 10 or 5 meter walking test, 10MWT, 5MWT, n=12)^{43,45,46,49,51,52,56,59,60,62,68,70}, and six-minute walk test (SMWT, n=4)^{45,48,49,62}. The higher score of BBS, functional reach/limits of stability, peak body weight through affected foot, walking speed and SMWT denotes better function. In the Timed Up and Go test the less time denotes better function. In postural sway studies used different scales for results (in some studies 0% was the best result and in some studies 50% was the best).

Balance training vs. no/placebo treatment

According the standardized mean difference for balance outcomes, we found high evidence based on two high-quality RCTs^{45,49} and five acceptable-quality RCTs^{43,44,46-48} that balance training produced better balance outcomes compared to no or placebo treatment (p=0.005, Figure 2). The balance training increased peak body weight through affected foot during standing up an average 16.4 %, and patient's self-administered balance score (ABC-scale) 1.0p compared to control group.

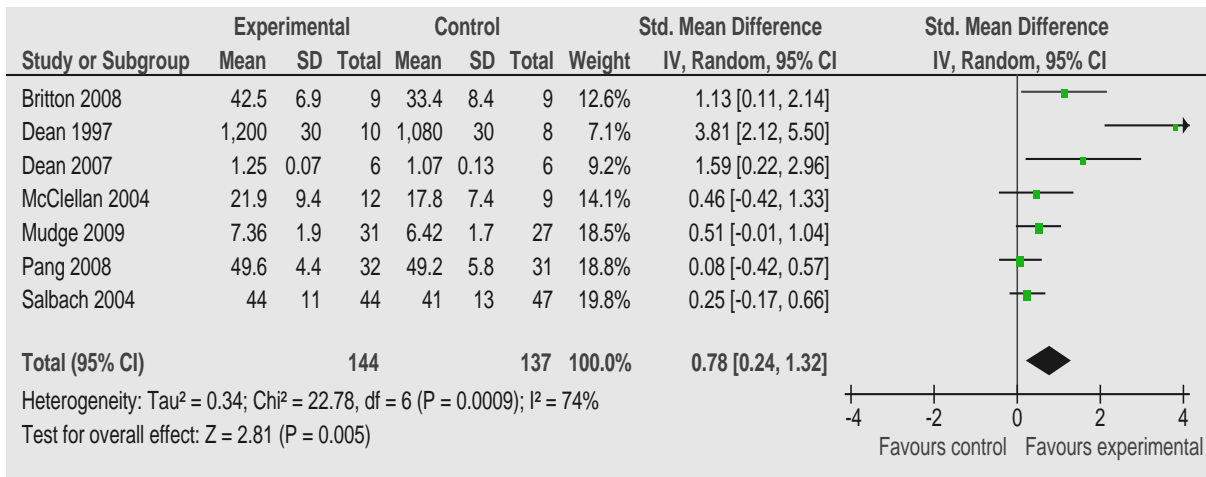


Figure 2. Balance outcomes; peak body weight through affected foot at thighs-off, seated reaching test, sitting reach distance, functional reach (cm), ABC scale, Berg Balance Scale and Berg Balance Scale.

According to two high-quality^{45,49} and four acceptable-quality RCTs^{43,44,46,48} for walking outcomes, high evidence showed that balance training did not improve general walking outcomes compared to no or placebo treatment (p=0.18, Figure 3).

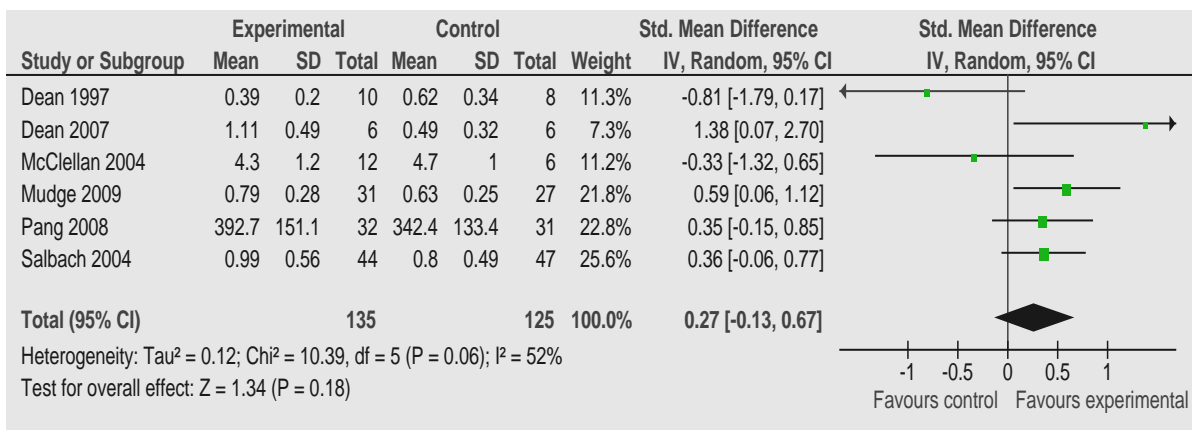


Figure 3. Walking outcomes; 10MWT, 10MWT, MAS (walking item 5), 10MWT, SMWT and 5MWT.

In the meta-analyses included studies had different interventions. One of the study intervention included training with visual and verbal feedback for loading unaffected side of the body⁴⁷; two intervention included reaching tasks in sitting to improve sitting balance and trunk control^{43,46}; one included home based mobility program⁴⁴, one included circuit based rehabilitation program⁴⁹, one included leg exercises⁴⁸ and one intervention included walking

related functional tasks⁴⁵ to strengthen the lower extremities and enhance balance. Control group trained sham training; arm and hand training tasks in four studies^{44,45,47,48}, cognitive manipulative tasks in two studies^{43,46} and social and educational sessions in one study⁴⁹. Physiotherapy sessions lasted from 30 to 60minutes from 3 to 14 times a week over 2 to 19 weeks. The mean time after stroke was more than six months post stroke (Appendix 3).

Balance training vs. other treatment

According to the standard mean difference for balance outcomes, we found moderate evidence based on one high-quality RCT⁶³ and four acceptable-quality RCTs^{53,57,59,62} that balance training did not produce better balance outcomes compared to other training. On the other hand, there is a trend for evidence that balance training improved different balance outcomes compared to other treatment (p=0.06, Figure 4).

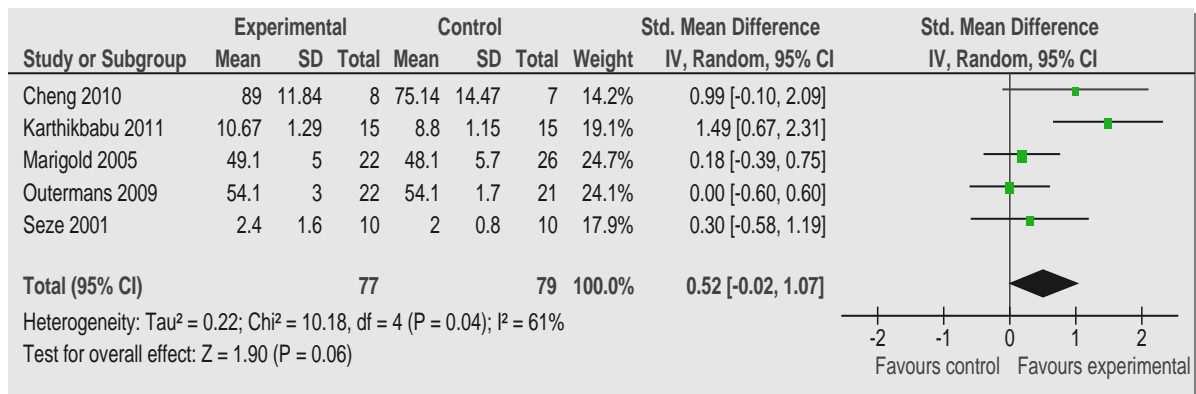


Figure 4. Balance outcomes; limits of stability, Brunel Balance Scale, Berg balance scale, Berg balance Scale and upright equilibrium index.

According to three acceptable-quality RCTs^{53,59,62} for walking outcomes, moderate evidence showed that balance training did not improve general walking outcomes compared to other treatment group (p=0.19, Figure 5).

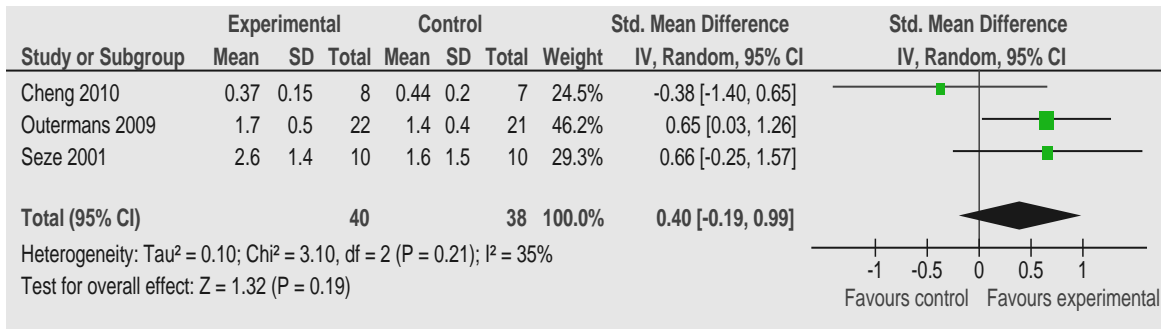


Figure 5. Walking outcomes; gait speed, 10MWT and FAC.

Five of the study interventions included training with visual or verbal feedback for loading unaffected side of the body and challenging patients limits of stability^{50-52,54,59}; two intervention included trunk exercises to improve sitting balance and trunk control^{53,63}; two included functional tasks to challenge dynamic balance^{57,62}, one included Balance Trainer program to improve standing balance⁶⁰, one included Tai Chi exercises to challenge postural control in slow movements⁵⁵, one intervention included locomotor training on Kinetron isokinetic exerciser or treadmill to induce weight bearing on the affected side⁵⁶ and two included aquatic therapy program to focusing on balance and weight-bearing exercises^{58,61}. Control group trained range of motion and strength exercises in three studies^{54,57,59}, conventional balance training in seven studies^{50-53,58,60,62}, group exercises⁵⁵, trunk exercises⁶³, task oriented training on land⁶¹ and locomotion training⁵⁶ in one study each. Physiotherapy sessions lasted from 45minutes to 2hours from 2 to 5 times a week over 3 to 12 weeks. Three studies consisted of acute post stroke patients and in one study were chronic patients (Appendix 3).

We excluded nine poor-quality RCTs^{50-52,54-56,58,60,61} from these analyses (Appendix 2) and in one study⁵⁵ data was not available for the meta-analyses. Among three studies^{50,58,61} intervention group showed some better improvements in balance outcomes compared to control group and another six studies^{51,52,54-56,60} showed no difference between the intervention and control group.

Balance training with conventional physiotherapy vs. conventional physiotherapy

According to the standard mean difference for balance outcomes, we found high evidence based on two high-quality^{67,69} and three acceptable-quality RCTs^{65,70,71} that balance training with conventional physiotherapy treatment did not improve balance outcomes compared to physiotherapy treatment only (p=0.60, Figure 6).

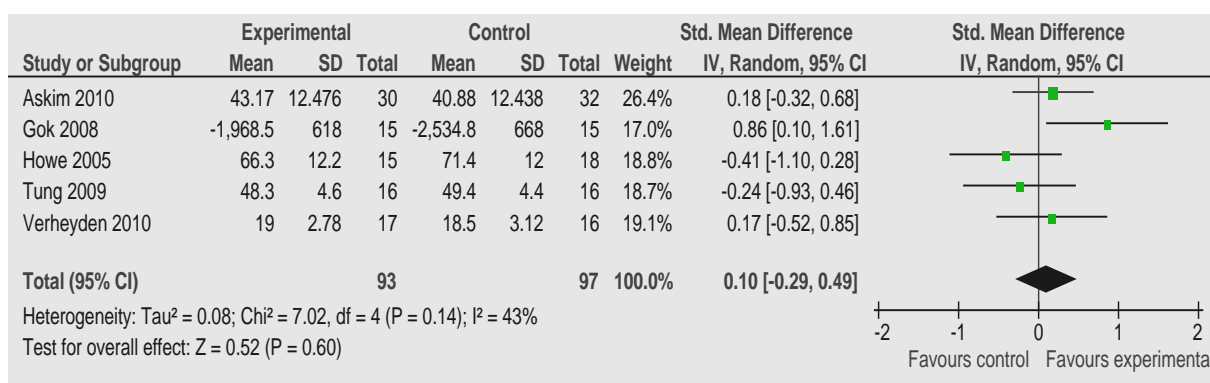


Figure 6. Balance outcomes; Berg Balance Scale, KAT balance index, lateral reach test, weight distribution and Trunk Impairment Scale.

There was only one RCT with measured walking outcomes, so meta-analysis did not be performed⁷⁰. The authors showed no significant improvements of gait speed when comparing intensive motor training group to standard training group.

Four of the study interventions in this subgroup included training with visual, verbal or tactile feedback for loading unaffected side of the body^{52,64,68,72}; one intervention included trunk exercises to improve sitting balance and trunk control⁶⁹; three included functional leg exercises to challenge dynamic balance^{66,70,71}, one included exercises improving lateral transference in sitting and standing based on the work of Davies⁶⁵ and one included Kinaesthetic ability training (KAT) to improve static and dynamic balance on standing⁶⁷. Control group trained conventional physiotherapy in all studies. Physiotherapy sessions lasted

from 30minutes to 3hours from 5 to 15 times a week over 2 to 8 weeks. Two studies consisted of acute post stroke patients and two studies consisted of chronic patients (Appendix 3).

Also, we excluded four poor-quality RCTs ^{52,64,66,68} from these analyses (Appendix 2). Among two studies ^{66,68} intervention group showed some better improvements in balance outcomes compared to control group and another two studies ^{52,64} showed no difference between the intervention and control group.

DISCUSSION

Our final analysis comprised 29 RCTs concerning balance training post stroke. Only RCTs in which balance training intervention consisted of patient's own active changing and maintaining body position were analyzed. The level of the evidence was determined on the basis of both the methodological quality of these RCTs and the results of the meta-analyses. The meta-analyses were run with balance and walking outcome measures where available.

We found high evidence that balance training produced better balance outcome results compared to no or placebo treatment. Also, we found moderate evidence that there is no statistical difference in measured balance outcomes when balance training is compared to other training or balance training with conventional physiotherapy compared to conventional physiotherapy only.

In a previous review, Pollock et al. (2009, ²³) also concluded that there was no significant evidence that any single approach (neurophysiological, orthopaedic, motor learning or mixed approach) had a better balance or walking outcome results than any other single approach after a stroke. They also found limited evidence that physiotherapy intervention using a mix of components from different approaches is significantly more effective than no treatment or

placebo in the recovery of functional independence following stroke. As mentioned before, balance is interrelated on activities of daily living independence¹⁰. They found also, that there is evidence of a non-significant trend of balance outcome improvement in favour of the mixed approach compared with a no treatment or placebo control. So, these results seems to be parallel to our study results. We also found that balance training with physiotherapy do not have an extra impact compared to conventional physiotherapy. The main differences between our and Pollock et al. (2009) studies were, that Pollock et al. used Berg Balance scale results for analyzing the balance. We used combination of different balance outcomes in our meta-analyses, and received standard mean differences. We also analyzed the level of evidence. We also included all active balance interventions to our study, not method-specific interventions.

It is surprising that balance training did not improve walking outcomes compared to no or placebo treatment or other treatment. Although balance has the greatest impact on walking¹¹, the balance training itself did not improve the general walking outcome results. That is approving the thought that motor skills, which are trained, get better⁸².

In the subgroup where balance training were compared to no or placebo treatment, the balance training, more closely reaching tasks in sitting^{43,46} and sit to stand repetitions⁴⁷, added loading of affected foot 16.4 % during standing up. It has been documented that patients with stroke shift 60-90% of the body weight to the unaffected foot⁷²⁻⁷⁴. The patients with stroke are more stable to keep their postural control, as soon as the centre of pressure is successfully shifted above the unaffected foot⁷⁵. Also 16.4 % addition of loading of affected foot is sizeable when considering balance and is important aspect for the safety not to fall. Also patients' self-administered balance score (ABC-scale) showed 1.0 point improvement compared to control group. An MDC-score for ABC scale of 13.8 points was found for persons with chronic stroke⁷⁶, so the result was not clinically significant value.

Overall, the high evidence that balance training improves postural ability in patients with stroke was achieved with different interventions; trunk control^{43,46}, lower limb exercises⁴⁸, functional tasks⁴⁵, home based training⁴⁴, circuit based exercises⁴⁹ and training with feedback⁴⁷. These results highlight the fact that balance as a property is multi dimensional

and consist of different skills; motor, sensory and higher brain cognitive faculties and many kind of physical training practice these skills. Also stroke patients have various degrees of the disabilities^{6,7} so they need individual training methods for lacking balance properties. This study suggest that it is hard to show that some special balance training or amount of training is better than another, but balance training is better than nothing. The physiotherapist should make the choice for the most appropriate method, or combination of methods, based on the careful individual assessment^{17,18}. Furthermore, it is good to remember that active practice of context-specific motor tasks with appropriate feedback will promote learning and motor recovery⁸².

Overall, the high evidence that balance training produced better balance outcomes in patients with stroke was achieved with training from 30 to 60 minutes from 3 to 14 times a week over 2 to 19 weeks. The difference between analyzed subgroups was in the session (mins) and intervention (weeks) durations. The level of the evidence seemed to increase with shorter session time and longer intervention period. This suggests that the balance training time per session should be rather short, on average from 30 to 60 minutes, and intervention duration more than 12 weeks, in order to be effective in improving balance performance.

Comparing the results to previous reviews is difficult, because the approach has been different. Earlier reviews suggest various promising approaches for balance and mobility training; biofeedback training^{18,83,84}, circuit class therapy²¹ and task oriented training²². The review, Pollock et al. (2009) as mentioned before, showed also trend for evidence that mixed approach (neurophysiological, orthopaedic and motor learning) produce better postural control and lower limb function than any single approach²³. Still earlier studies suggest various promising approaches for balance training; neuromuscular approach⁸⁵ and cognitive management^{86,87}. Neuromuscular approach for balance improvements include control of posture which begins with acquisition of trunk control and proceed to the extremities⁸⁵ also for improving motor weakness and muscle strength⁸⁸, reactions that maintain balance, inhibition of spasticity and different kind of sensory stimulations^{89,90}. When sources of intrinsic information is absent or damaged as occurs in many individuals following stroke, external feedback may compensate for the sensorimotor loss⁹¹ and with training, patients can

assimilate the information, thus establishing a central motor program such that the external feedback would no longer be required⁹². A cognitive approach principle is to help hemiplegic patients to overcome body schema disorders and spatial reference-frame disruptions. Both of these play important roles in the genesis of postural deficits after stroke^{89,93}. However, it looks like that balance training, when practicing task specific exercises, is also mobility training using functional and daily living tasks at best. When assimilating the balance training to ICF category it shows that it includes both to Mobility and Self Care domains^{22,23}.

In the present meta-analyses we focused on ICF category of changing and maintaining body position and walking category. Postural control is integral component of all daily activities and its flexible and complex nature makes it difficult to assess adequately. Some measured outcomes assessed functional balance and some static postural control in closed task condition and simple and stable environmental conditions. Walking outcomes, which were used in studies, assessed mostly gait speed or distance. The studies had variable aims and researchers had utilized a range of different outcome measures. This made direct comparison between studies and outcomes difficult. In agreement to previous reviews, this review also highlights the need for the use of more consistent measures across studies, allowing comparison of the results. It would be interesting to investigate also the relation to balance outcomes and different kind of daily living outcomes, falls and fear of falls as well as quality of life outcomes. Most of the RCTs in our study did not include those outcomes.

We excluded 8 RCTs, in which only different aspects of specific passive intervention were studied³⁵⁻⁴². These studies of different aspects give detailed idea of specific methods for training balance i.e. somatosensory, visual, muscle activity or strength and tonus, which are important aspects to take into consideration when training balance, but the key issue of our study was to quantify the effectiveness of active balance interventions related to the ICF category of changing and maintaining body position.

The strengths of this study were that we included only RCTs in our analyses. Second, we did accurate quality analyses for included RCTs taking into account risk of bias, number of subjects and resulting different levels of evidence. We achieved to incorporate 16 studies to

the meta-analysis, although RCTs were heterogeneous. However our meta-analyses had some limitations. 13 studies with poor methodological quality were excluded from the meta-analyses as well as one study that was not provided enough data for the meta-analyses. The most important and too often poorly reported quality issue was randomization method and concealment of treatment allocation. Intervention compliance was also typically poorly reported. Furthermore, as expected, patients could not be blinded for the balance training therapy, except in four RCTs^{43,44,57,68} and therapists were not blinded for the interventions, except in one RCT⁵⁷. It is obvious in this type of intervention study that blinding cannot be preformed when there is an interaction between a therapist and a client. Generally sample sizes were small. The RCTs in this review presented sample sizes ranging from 5 to 47 per group. Also, the exact content of the interventions were poorly reported and therefore, meaningful comparisons between the studies were limited by methodological differences such as the study designs and intervention. This review may have a degree of publication bias, as only RCTs published in peer-reviewed journals have been included. Although careful planning, all information needed for the meta-analyses was not available in all studies despite requests from the authors. Also, new high-quality studies may change the magnitude and/or direction of this evidence.

CONCLUSIONS

In conclusion, balance training proved to be more effective in improving balance than no treatment or placebo control following stroke. Active training for improving trunk or lower extremities function improved balance and walking as much as specific balance training. Balance training with physiotherapy did not have an extra impact compared to conventional physiotherapy. Further high quality studies are needed to determine the optimal treatment protocols for balance in stroke patients. We recommend that future research should concentrate on investigating the effectiveness of clearly described task-specific treatment in patient's home with e.g. additional techniques influencing on balance system, regardless of their historical or philosophical origin.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the information specialists Anitta Pälvimäki at the Jyväskylä University Library and Irma Helldan at the Social Insurance Institute of Finland and Atte Hänninen, MSc, at the Department of Mathematical Information Technology, University of Jyväskylä, for his statistical assistance.

REFERENCES

- ¹ Wolfe C. The impact of stroke. *British Medical Bulletin* 2000;56(2):275–86.
- ² Tatemichi T, Desmond D, Stern Y, Paik M, Sano M, Bagiella E. Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994;57:202-207.
- ³ Yamamoto L, Magalong E. Outcome measures in stroke. *Crit Care Nurs Q* 2003;26:283-293.
- ⁴ Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationships among walking performance, posture stability, and functional assessments of the hemiplegic patients. *Am J Phys Med* 1987;66:77-90.
- ⁵ Lee WA, Deming L, Sahgal V. Quantitative and clinical measures of static standing balance in hemiparetic and normal subjects. *Phys Ther* 1988;68:970-76.
- ⁶ Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Maximum voluntary weight Bearing by the affected and unaffected legs in standing following stroke. *Clin Biomech* 1996;11:333-42.
- ⁷ Badke MB, Duncan PW. patterns of rapid motor responses during postural adjustments when standing in healthy subjects and hemiplegic patients. *Phys Ther* 1983;63:13-20.
- ⁸ Sackley CM. Falls, sway, and symmetry of weight bearing after stroke. *Int Disabil Stud* 1991;13:1-4.
- ⁹ Teasell R, McCrea M, Foley N, Bhardwaj A. The incidence and consequences of falls in stroke patients during inpatient rehabilitation: Factors associated with high risk. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:329-33.
- ¹⁰ Fong KN, Chan CC, Au DK. Relationship of motor and cognitive abilities to functional performance in stroke rehabilitation. *Brain Inj* 2001;15:443-453.
- ¹¹ Taylor D, Ashurn A, Ward C. Asymmetrical trunk posture, unilateral neglect and motor performance following stroke. *Clin Rehabil* 1994;8:48-53.
- ¹² Jette D, Latham N, Smout R, Gassaway J, Slavin M, Horn S. Physical therapy interventions for patients with stroke in in-patient rehabilitation facilities. *Phys Ther* 2005;85:238-248.
- ¹³ Tyson S, Selley A. A content analysis of physiotherapy for postural control in people with stroke: an observational study. *Disabil Rehabil* 2006;28:865-872.

- ¹⁴ Andersen RA, Snyder LH, Li CS, Stricanne B. Coordinate transformations in the representation of spatial information. *Curr Opin Neurobiol* 1993;3:171-6.
- ¹⁵ Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Aust J Physiother* 2001;47:89-100.
- ¹⁶ Brunnstrom S. *Movement therapy in hemiplegia: a neurophysiological approach*. Philadelphia, PA: Harper & Row, 1970.
- ¹⁷ Werner C, Von Frankenberg S, Treig T, et al. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: A randomized cross-over study. *Stroke* 2002;33:2895-901.
- ¹⁸ Leroux A, Pinet H, Nadeau S. Task-oriented intervention in chronic stroke: Changes in clinical and laboratory measures of balance and mobility. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85:820-30.

Systematic reviews

- ¹⁹ Barclay-Goddard RE, Stevenson TJ, Poluha W, Moffatt M, Taback SP. Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Cochrane Stroke Group Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2009;4:CD004129.
- ²⁰ Van Peppen R, Kortsmits M, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review. *Rehabil Med* 2006;38:3-9.
- ²¹ English C, Hillier SL. Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Stroke Group Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2010;9:CD007513.
- ²² French B, Thomas L, Leathley M, Sutton C, Mc Adam J, Forster A, Langhorne P, Price C, Walker A, Watkins C. Repetitive task training for improving functional ability after stroke (review). *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2007;4:CD006073.
- ²³ Pollock A, Baer G, Pomeroy VM, Langhorne P. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Stroke Group Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2009;1:CD001920.
-
- ²⁴ World Health Organization. International classification of functioning, disability and health (ICF) www.who.int/classifications/icf/en/ (accessed April 2013).
- ²⁵ Paltamaa J, Karhula M, Suomela-Markkanen T, Autti-Rämö I, eds. *Basis of a good rehabilitation practice. From analysis of current practice and evidence to recommendations. A rehabilitation development project for severely disabled persons*. Helsinki: Kela, 2011. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/24581>.
- ²⁶ van Tulder M, Furlan A, Bombardier C, Bouter L, Editorial Board of the Cochrane Collaboration Back Review Group. Updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine* 2003;28:1290–1299.
- ²⁷ Anttila H. *Evidence-based perspective on CP rehabilitation - Reviews on physiotherapy, physiotherapy-related motor-based interventions and orthotic devices (Research Report 180)*. Helsinki: University of Helsinki, 2008.
- ²⁸ <http://www.medicine.mcgill.ca/strokingengine-assess/statistics-en.html> (accessed January 2011).
- ²⁹ The Finnish Medical Society Duodecim. *Guidelines for evidence-base medicine work groups*. Helsinki: The Finnish Medical Society Duodecim, 2008.

Excluded

- ³⁰ Januario F, Campos I, Amaral C. Rehabilitation of postural stability in ataxic/hemiplegic patient after stroke. *Disability & Rehabilitation* 2010;32(21):1775-9.
- ³¹ Kwakkel G, Wagenaar RC. Effect of duration of upper- and lower-extremity rehabilitation sessions and walking speed on recovery of interlimb coordination in hemiplegic gait. *Physical Therapy* 2002;82:432-448.
- ³² Eser F, Yavuzer G, Karakus D, Karaoglan B. The effect of balance training on motor recovery and ambulation after stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2008;44:19-25.
- ³³ Malouin F, Richards CL, Durand A, Doyon J. Added value of mental practice combined with a small amount of physical practice on the relearning of rising and sitting post-stroke: a pilot study. *J Neurol Phys Ther* 2009;33(4):195-202.
- ³⁴ Onigbinde AT, Awotidebe T, Awosika H. Effect of 6 weeks wobble board exercises on static and dynamic balance of stroke survivors. *Technol Health Care* 2009;17(5-6):387-92.
- ³⁵ Sackley C, Lincoln N. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disability and rehabilitation* 1997;19:536-546.
- ³⁶ Pomeroy V, Evans B, Falconer M, Jones D, Hill E, Giakas G. An exploration of the effects of weighted garments on balance and gait of stroke patients with residual disability. *Clinical Rehabilitation* 2001;15:390-7.
- ³⁷ Morioka S, Yagi F. Effects of perceptual learning exercises on standing balance using a hardness discrimination task in hemiplegic patients following stroke: a randomized controlled pilot trial. *Clinical Rehabilitation* 2003;17:600-7.
- ³⁸ Bonan I, Yelnik A, Colle F, Michaud C, Normand E, Panigot B, Roth P, Guichard J, Vicaut E. Reliance on visual information after stroke. Part II: effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:274-8.
- ³⁹ Van Nes I, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts A. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 2006;37:2331-5.
- ⁴⁰ Lynch E, Hillier S, Stiller K, Campanella R, Fisher P. Sensory retraining of the lower limb after acute stroke: a randomized controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1101-7.
- ⁴¹ Tihanyi T, Horváth M, Fazekas G, Hortobágyi T, Tihanyi J. One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. *Clinical Rehabilitation* 2007;21:782-793.
- ⁴² Kluding PM, Santos M. Effect of ankle joint mobilizations in adults poststroke: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:449-56.

Final analysis

Treatment/ no or placebo treatment (n=7)

- ⁴³ Dean C, Shepherd R. Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial. *Stroke* 1997;28:722-8.
- ⁴⁴ McClellan R, Ada L. A six-week, resource-efficient mobility program after discharge from rehabilitation improves standing in people affected by stroke: placebo-controlled, randomized trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 2004;50:163-167.

- 45 Salbach N, Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Hanley J, Richards C, Côté R. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* 2004;18:509-519.
- 46 Dean C, Channon E, Hall J. Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 2007;53:97-102.
- 47 Britton E, Harris N, Turton A. An exploratory randomized controlled trial of assisted practice for improving sit-to-stand in stroke patients in the hospital setting. *Clinical Rehabilitation* 2008;22:458-468.
- 48 Pang M, Eng J. Determinants of improvement in walking capacity among individuals with chronic stroke following a multi-dimensional exercise program. *J Rehabil Med* 2008;40:284-90.
- 49 Mudge S, Barber A, Stott S. Circuit-based rehabilitation improves gait endurance but not usual walking activity in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1989-1997.

Treatment/ other treatment (n=14)

- 50 Engardt M, Ribbe T, Olsson E. Vertical ground reaction force feedback to enhance stroke patients' symmetrical body-weight distribution while rising/sitting down. *Scand J Rehab Med* 1993;25:41-8.
- 51 Grant T, Brouwer B, Culham E, Vandervoort A. Balance retraining following acute stroke: a comparison of two methods. *Canadian Journal of Rehabilitation* 1997;11:69-73.
- 52 Walker C, Brouwer B, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Physical Therapy* 2000;80:886-895.
- 53 De Sèze M, Wiart L, Bon-Saint-Côme A, Debelleix X, de Sèze M, Joseph P-A, Mazaux J-M, Barat M. Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:793-800.
- 54 Geiger R, Allen J, O'Keefe J, Hicks R. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback /forceplate training. *Physical Therapy* 2001;81:995-1005.
- 55 Hart J, Kanner H, Gilboa-Mayo R, Haroeh-Peer O, Rozenhul-Sorokin N, Eldar R. Tai chi chuan practice in community-dwelling persons after stroke. *International Journal of Rehabilitation Research* 2004;27:303-304.
- 56 Richards C, Malouin F, Bravo G, Dumas F, Wood-Dauphinee S. The role of technology in task-oriented training in persons with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2004;18:199-211.
- 57 Marigold D, Eng J. The relationship of asymmetric weight-bearing with postural sway and visual reliance in stroke. *Gait & Posture* 2006;23:249-255.
- 58 Noh DK, Lim J-Y, Shin H-I, Paik N-J. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors – a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil* 2008;22:966-976.
- 59 Cheng J-S, Yang Y-R, Cheng S-J, Lin P-Y, Wang R-Y. Effects of combining electric stimulation with active ankle dorsiflexion while standing on a rocker board: a pilot study for subjects with spastic foot after stroke. 2010;91:505-512.
- 60 Goljar N, Burger H, Rudolf M, Stanonik I. Improving balance in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *International Journal of rehabilitation research* 2010;33(3):205-210.

- ⁶¹ Lee D, Ko T, Cho Y. Effects on static and dynamic balance of task-oriented training for patients in water or on land. *J Phys Ther Sci* 2010;22:331-336.
- ⁶² Outermans JC, van Peppen R, Takken T, Kwakkel G. Effect of a high-intensity task-oriented training on gait performance early after stroke: a pilot study. *Clin Rehabil* 2010;24:979-987.
- ⁶³ Karthikbabu S, Nayak A, Vijayakumar N, Misri ZK, Suresh BV, Ganesan S, Joshus AM. Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2011;25(8):709-719.

Treatment + physiotherapy/ physiotherapy (n=9)

- ⁶⁴ Chen I-C, Cheng P-T, Chen C-L, Chen S-C, Chung C-Y, Yeh T-H. Effect of balance training on hemiplegic stroke patients. *Chang Gung Med J* 2002;25:583-90.
- ⁶⁵ Howe T, Taylor I, Finn P, Jones H. Lateral weight transference exercises following acute stroke: a preliminary study of clinical effectiveness. *Clinical Rehabilitation* 2005;19:45-53.
- ⁶⁶ Allison R, Dennett R. Pilot randomized controlled trial to assess the impact of additional supported standing practice on functional ability post stroke. *Clinical Rehabilitation* 2007;21:614-619.
- ⁶⁷ Gok H, Galer-Kulcu D, Alptekin N, Dincer G. Efficacy of treatment with a kinaesthetic ability training device on balance and mobility after stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2008;22:922-930.
- ⁶⁸ Kim JH, jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil* 2009;9(88):693-701.
- ⁶⁹ Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, Troch M, LaFosse C, Saeys W, Leenaerts E, Palinckx A, De Weerd W. Additional exercises improve trunk performance after stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil and neur repair* 2009;3(23):281-286.
- ⁷⁰ Askim T, Morkved S, Engen A, Roos K, Aas T, Indredavik B. Effect of a community-based intensive motor training program combined with early supported discharge after treatment in a comprehensive stroke unit, a randomized controlled trial. *Stroke* 2010;41:1697-1703.
- ⁷¹ Tung F-L, Yang Y-R, Lee C-C, Wang R-Y. Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2010;24:533-542.
- ⁷² Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disabil Rehabil* 1997;19:536-546.
-
- ⁷³ Dickstein R, Nissan M, Pillar T, Scheer D. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of improvement. *Phys Ther* 1984;64:19-23.
- ⁷⁴ Laufer Y, Dickstein R, Resnik S, Marcovitz E. Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. *Clin Rehabil* 2000;14:125-129.
- ⁷⁵ Kirker SG, Jenner JR, Simpson DS, Wing AM. Changing patterns of postural hip muscle activity during recovery from stroke. *Clin Rehabil* 2000;14:618-626.
- ⁷⁶ Botner EM, Miller WC, Eng JJ. Measurement properties of the Activities-Specific Balance Confidence Scale among individuals with stroke. *Disabil Rehabil* 2005;27:156-163.

- 77 Eng JJ, Chu KS, Dawson AS, Kim CM, Hepburn KE. Functional walk tests in individuals with stroke: relation to perceived exertion and myocardial exertion. *Stroke* 2002;33:756–761.
- 78 Pohl PS, Duncan PW, Perera S, Liu W, Lai SM, Studenski S, et al. Influence of stroke-related impairments on performance in 6- minute walk test. *J Rehabil Res Dev* 2002;39:439–444.
- 79 Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM, Ryan AS, Ivey FM, Sorkin JD, et al. Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:115–119.
- 80 Lewek MD, Randall EP. Reliability of spatiotemporal asymmetry during overground walking for individuals following chronic stroke. *J Neurol Phys Ther* 2011;35(3):116-21.
- 81 Fulk GD, Echternach JL, Nof L, O'Sullivan S. Clinometric properties of the six-minute walk test in individuals undergoing rehabilitation poststroke. *Physiother Theory Pract* 2008;24(3):195-204.
- 82 Carr JH, Shepherd RB. Neurological rehabilitation. Optimising motor performance. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.
- 83 Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback; its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch phys Med Rehabil* 1988;69:395-400.
- 84 Engardt M, Ribbe T, Olsson E. vertical ground reaction force feedback to enhance stroke patients symmetrical body weight distribution while rising/sitting down. *Scand J Rehabil Med* 1993;24:41-8.
- 85 Bobath B. Adult hemiplegia: evaluation and treatment. London: Heinemann, 1974.
- 86 Wade DT, Wood VA, Hewer RL. Recovery after stroke: the first three months. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1985;48:7-13.
- 87 Winstein C, Gardner ER, McNeal DR, Barto PS, Nicholson DE. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1989;70:755-62.
- 88 Canning CG, Ada L, O'Dwyer N. Slowness to develop force contributes to weakness after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:66-70.
- 89 Rode G, Tiliket C, Charlopain P, Boisson D. Postural asymmetry reduction by vestibular caloric stimulation in left hemiplegic patient. *Scan J Rehabil med* 1998;30:9-14.
- 90 Magnusson M, Johansson K, Johansson BB. Sensory stimulation promotes normalization on postural control after stroke. *Stroke* 1994;25:1175-80.
- 91 Sabari JS. Motor learning concept applied to activity-based intervention with adults with hemiplegia. *American Journal of Occupational Therapy* 1990;45:523-30.
- 92 Mulder T, Hulstyn W. Sensory feedback therapy and theoretical knowledge of motor control and learning. *Am J Phys Med* 1984;63:226-244.
- 93 Bohannon RW, Smith M, Larkin P. Relationship between independent sitting balance and side of hemiparesis. *Phys Ther* 1986;66:944-5.

Table 1. Criteria for evaluating methodological quality or risk for bias of randomized controlled trials (RCT) for balance training in stroke.

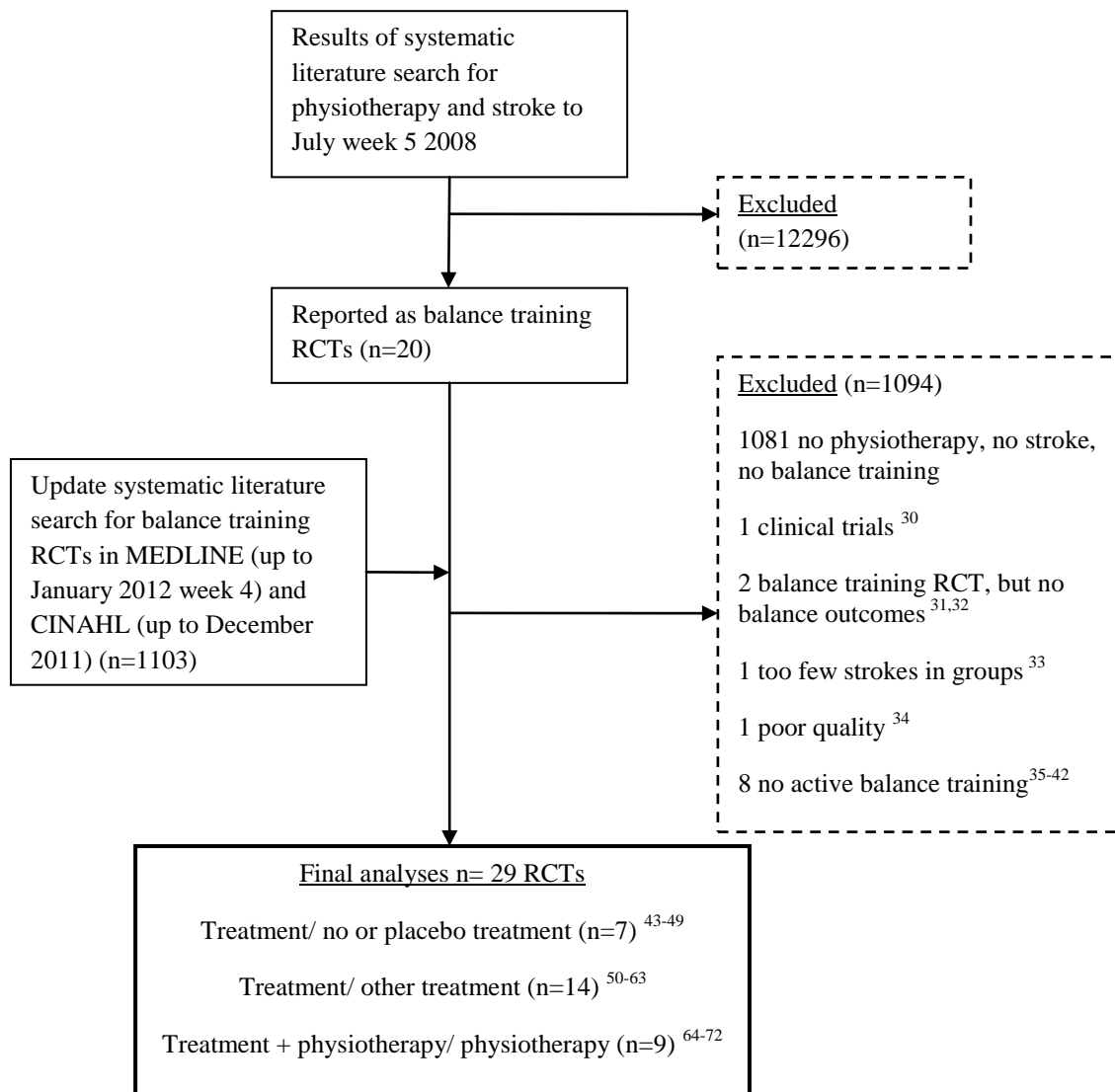
Methodological quality of RCT ²⁷	Yes scores of Van Tulder evaluating (maximum 11 scores)	Demands of special criteria in Van Tulder evaluation ²⁵	Other criteria
High	≥ 6	Method of randomization adequate (A) Concealed allocation (B) Groups similar at baseline regarding the most important prognostic indicators (C) Drop-out rate described and acceptable (I)	≥ 30 subjects in a study
Acceptable	≥ 4	Method of randomization adequate (A)	
Poor	≥ 4 or 0-3 or	Method of randomization not adequate (A) NA NA	NA NA number of subjects ≤ 5 in intervention or control group

Note. The methodological quality of the RCTs was rated with criteria and decision rules modified from van Tulder et al. (2003,²⁶). These include 11 items presented in Appendix 2. All items were rated as “yes”, “no” or “don’t know”.

Table 2. Criteria for determining level of evidence in meta-analyses of randomized controlled trials (RCT) for balance training in stroke²⁹.

Evidence	Criteria
High	at least two high-quality RCTs with parallel results
Moderate	high-quality RCT or several high-quality RCTs with some contradictions in results or several acceptable-quality RCTs with parallel results
Low	high-quality RCTs with notable contradictions of results or at least one acceptable RCT
No evidence	poor-quality RCT or RCTs or no RCTs

Figure 1.



Appendix 1. Ovid Medline Search strategy – one of updates 20080807.

- 1 Exercise Therapy/ (4007)
- 2 Physical Therapy Modalities/ or physical therapy.mp. (4688)
- 3 physiotherapy.mp. (1770)
- 4 functional therapy.mp. (21)
- 5 Occupational Therapy/ (1033)
- 6 Exercise/ (14231)
- 7 1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 (23741)
- 8 \$therapy.mp. (253914)
- 9 physical\$.mp. (91778)
- 10 physio\$.mp. (116720)
- 11 training\$.mp. (41669)
- 12 function\$.mp. (426854)
- 13 7 or 8 or 9 or 10 or 11 or 12 (804123)
- 14 "Activities of Daily Living"/ (9526)
- 15 adl.mp. (1205)
- 16 daily activit\$.mp. [mp=title, original title, abstract, name of substance word, subject heading word] (1971)
- 17 13 or 14 or 15 or 16 (808089)
- 18 "Recovery of Function"/ (7986)
- 19 motor recovery.mp. (357)
- 20 disability.mp. (18350)
- 21 Rehabilitation/ (1059)
- 22 17 or 18 or 19 or 20 or 21 (816200)
- 23 motor control.mp. (1310)
- 24 motor learning.mp. (569)
- 25 Gait/ (2853)
- 26 Walking/ (4341)

- 27 ambulation.mp. (1297)
- 28 balance.mp. (24238)
- 29 Musculoskeletal Equilibrium/ or postural stability.mp. (2953)
- 30 instability.mp. (14773)
- 31 Splints/ (588)
- 32 orthosis.mp. or Orthotic Devices/ (982)
- 33 22 or 23 or 24 or 25 or 26 or 27 or 28 or 29 or 30 or 31 or 32 (842560)
- 34 Counseling/ (4187)
- 35 guidance.mp. (11387)
- 36 33 or 34 or 35 (852335)
-
- 37 randomized controlled trial.mp. or Randomized Controlled Trial/ (68986)
- 38 randomized controlled trials.mp. (25999)
- 39 randomised controlled trial.mp. (2219)
- 40 randomised controlled trials.mp. (2656)
- 41 Randomized Controlled Trials as Topic/ (23335)
- 42 randomized clinical trial.mp. (2812)
- 43 randomized clinical trials.mp. (2266)
- 44 randomised clinical trial.mp. (318)
- 45 randomised clinical trials.mp. (478)
- 46 rct.mp. (1514)
- 47 crt.mp. (1717)
- 48 random allocation/ (10825)
- 49 random\$.mp. (162046)
- 50 clinical trial/ or clinical trial, phase i/ or clinical trial, phase ii/ or clinical trial, phase iii/
or clinical trial, phase iv/ or controlled clinical trial/ (78308)
- 51 (clinical trial or clinical trials).mp. [mp=title, original title, abstract, name of substance
word, subject heading word] (133594)
- 52 (controlled clinical trial or controlled clinical trials).mp. [mp=title, original title, abstract,
name of substance word, subject heading word] (15109)

- 53 (experimental clinical trial or experimental clinical trials).mp. [mp=title, original title, abstract, name of substance word, subject heading word] (17)
- 54 clinical trials as topic/ or clinical trials, phase i as topic/ or clinical trials, phase ii as topic/ or clinical trials, phase iii as topic/ or clinical trials, phase iv as topic/ or controlled clinical trials as topic/ (28197)
- 55 Research Design/ (15045)
- 56 37 or 38 or 39 or 40 or 41 or 42 or 43 or 44 or 45 or 46 or 47 or 48 or 49 or 50 or 51 or 52 or 53 or 54 or 55 (262305)
- 57 Hemiplegia/ (827)
- 58 cerebrovascular disorders/ or brain ischemia/ (8132)
- 59 stroke/ or brain infarction/ (16748)
- 60 stroke.mp. (33548)
- 61 57 or 58 or 58 or 60 (38623)
- 62 36 and 56 and 61 (4966)
- 63 limit 62 to (yr="2007-2008" and (english or finnish or german or swedish) and ("adult (19 to 44 years)" or "middle age (45 to 64 years)" or "middle aged (45 plus years)" or "all aged (65 and over)" or "aged (80 and over)")) and humans) (980)

Appendix 2. Quality analysis of 29 RCT reports concerning balance training in stroke.

Study	randomization method acceptable	concealment of treatment allocation	group similarity	blinding of patient	blinding of care provider	blinding of outcome assessor	determination of co-interventions	compliance	drop-outs and reasons	timing of outcome similar	intention-to-treat	No of Yes and quality level
Balance training vs. No/placebo treatment												
Britton et al. 2008 ⁴⁷	Yes	Yes	No	No	No	No	Don't know	Yes	No	Yes	No	4 Acceptable
Dean et al. 1997 ⁴³	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes	Don't know	Don't know	Yes	Yes	Don't know	6 Acceptable
Dean et al. 2007 ⁴⁶	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	9 Acceptable
McClellan et al. 2004 ⁴⁴	Yes	Yes	Yes	Yes	Don't know	Yes	Don't know	Yes	Yes	Yes	No	8 Acceptable
Mudge et al. 2009 ⁴⁹	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	9 High
Pang et al. 2008 ⁴⁸	Yes	Don't know	Yes	No	No	Yes	Don't know	Don't know	Yes	Yes	No	5 Acceptable
Salbach et al. 2004 ⁴⁵	Yes	Yes	Yes	Don't know	Don't know	Don't know	Don't know	Yes	Yes	Yes	Yes	7 High
Balance training vs. Other treatment												
Cheng et al. 2010 ⁵⁹	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Don't know	Yes	Yes	Yes	No	7 Acceptable
Geiger et al.	Yes	Don't	Yes	No	No	No	Don't	No	No	No	No	2

2001 ⁵⁴		know					know					Poor
Goljar et al. 2010 ⁶⁰	Yes	Don't know	Don't know	No	No	Don't know	Don't know	No	Yes	Yes	No	3 Poor
Grant et al. 1997 ⁵¹	Yes	Don't know	Yes	No	No	Don't know	Don't know	Don't know	No	No	No	2 Poor
Hart et al. 2004 ⁵⁵	Don't know	Don't know	Yes	Don't know	Don't know	Yes	Don't know	Don't know	No	Yes	Don't know	3 Poor
Karthikbabu et al. 2011 ⁶³	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	8 High
Lee et al. 2010 ⁶¹	Don't know	Don't know	Yes	No	No	Yes	Don't know	No	Yes	Yes	Yes	5 Poor
Marigold et al. 2005 ⁵⁷	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Don't know	Yes	No	Yes	Yes	9 Acceptable
Noh et al. 2008 ⁵⁸	Don't know	yes	Yes	No	No	Yes	Don't know	No	No	Yes	No	4 Poor
Outermans et al. 2009 ⁶²	Yes	Don't know	Yes	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	6 Acceptable
Richards et al. 2004 ⁵⁶	Don't know	Don't know	Yes	No	No	Don't know	Don't know	Yes	Yes	Yes	Yes	5 Poor
Engardt et al. 1993 ⁵⁰	Yes	Don't know	Yes	No	No	Don't know	Don't know	Don't know	No	Yes	No	3 Poor
Seze et al. 2001 ⁵³	Yes	Don't know	Yes	No	No	Yes	Don't know	Don't know	Yes	Yes	Yes	6 Acceptable
Walker et al. 2000 ⁵²	Yes	Don't know	Yes	No	No	No	Don't know	Don't know	Yes	No	No	3 Poor
Balance training + physiotherapy vs. Physiotherapy												
Allison et al. 2007 ⁶⁶	Yes	Yes	Don't know	No	No	Yes	Don't know	Don't know	No	No	No	3 Poor
Askim et al. 2010 ⁷⁰	Yes	Don't know	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	8 Acceptable

													ble
Chen et al. 2002 ⁶⁴	Don't know	Don't know	Yes	Don't know	Don't know	Don't know	Don't know	Don't know	Don't know	Don't know	Don't know	Don't know	1 Poor
Gok et al. 2008 ⁶⁷	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	9 High
Howe et al. 2005 ⁶⁵	Yes	Don't know	Yes	No	No	Yes	Don't know	Yes	Yes	Yes	No	No	6 Acceptable
Kim et al. 2009 ⁶⁸	Don't know	Don't know	Yes	Yes	No	Yes	Don't know	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	7 Poor
Tung et al. 2009 ⁷¹	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Don't know	No	Yes	Yes	Yes	Yes	6 Acceptable
Verheyden et al. 2009 ⁶⁹	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	9 High
Walker et al. 2000 ⁵²	Yes	Don't know	Yes	No	No	No	Don't know	Don't know	Yes	No	No	No	3 Poor

Note. The methodological quality of the RCTs was rated with criteria and decision rules modified from van Tulder et al. (2003, ²⁶). Green columns indicate the rating items needed for high-level RCTs with the total number of “yes” answers ≥ 6 and the amount of patients ≥ 30 ²⁶. The RCT was rated to acceptable, if number of “yes” answers was ≥ 4 containing A, and poor, if number of “yes” answers was 0 – 3 or ≥ 4 , but A was “don't know” or if the amount of patients was ≤ 5 in the group. Poor-quality studies were not accepted for meta-analysis.

Appendix 3. Characteristics of 29 RCT reports concerning balance training in stroke.

STUDY	NUMBER OF PATIENTS (I/C)	AGE (YEARS) MEAN (SD/ RANGE)	TIME SINCE STROKE ONSET MEAN (SD)	INTERVENTION	INTENSITY	OUTCOMES
Balance training vs. No/placebo treatment						
Britton et al. 2008 ⁴⁷ United Kindom	18 (9/9)	I: 68.4 (13.3) C: 63.0 (10.6)	I: 50.8 (35.2) days C: 40.2 (32.1) days	I: Sit-to-stand repetitions with visual feedback from monitor + verbal feedback from physiotherapy assistant. When the participant fatigued, strengthening exercises (extensor muscles) were carried for any remaining time + Routine rehabilitation program C: Arm and hand training tasks and/or stretch positioning + Routine rehabilitation program	Both groups: 30 min on weekdays for 2 weeks	Sit-to-stands in 60 sec, Frequency of sit-to-stands per day, Sit-to-stand (rise time), ●Peak body weight through affected foot at thighs-off, No. of attempts to achieve 3 sit-to-stand
Dean et al. 1997 ⁴³ Australia	19 (10/9)	I: 68.2 (8.2)	I: 6.7 (5.8) years	I: Practice of reaching tasks in sitting beyond arm´s length to improve sitting balance and loading of the affected leg. Systematically varied and progressive tasks: distance and direction, seat height, movement speed etc. Training in patients	Both groups: 30mins session, 10 times into 2 weeks	●Seated reaching test, Peak body weight through affected foot during sit-to-stand (%BW),

		C: 66.9 (8.2)	C: 5.9 (2.9) years	home. C: Sham training involving completion of cognitive-manipulative tasks and reaching tasks over small distances while seated at the table. Training in patients home.		●10MWT Cognitive manipulative tasks
Dean et al. 2007 ⁴⁶ Australia	12 (6/6)	I: 60 (7) C: 74 (12)	I: 21 (8) days C: 37 (23) days	I: Sitting training protocol that involved practising reaching tasks beyond arm's length using the unaffected hand, progressive training by increasing the reach distance and the number of repetitions. C: Sham sitting training protocol with well supported chair involved practising cognitive- manipulative tasks within arm's length	Both groups: 30 mins session, 10 times, spread over a 2-week period	●Sitting ability (reach distance in 3 directions), Sitting quality, Peak body weight through affected foot during standing up, ●10MWT
McClellan et al. 2004 ⁴⁴ Australia	21 (12/9)	I: 69 (13) C: 72 (9)	I: 6.5 (5.5) median (IQR) months C: 4.5 (3.0) median (IQR) months	I: Home-based mobility program; improving mobility in standing and walking, hierarchically challenging balance. C: Home-based program of upper-limb exercises (i.e. "sham" mobility exercises, hierarchically challenge)	Both groups: instructed to practice each exercise 2 times a day for 6 weeks	●Functional reach (standing) ●MAS (walking, Item 5) SA-SIP30 (Quality of life)
Mudge et al. 2009 ⁴⁹	58(31/27)	I: median 76.0 (range	I: median 3.33 (range 0.6-13.3)	I: Circuit based rehabilitation improving walking; 15 stations (progressed) containing task-oriented gait or standing	I: 50-60 mins session (including 20-30 mins stretching), 3 times a	Walking performance assessments (by Step Watch

		39.0-89.0) C: median 71.0 (range 44.0-86.0)	years C: median 5.8 (range 0.5-18.7) years	balance activity or strengthening lower extremity. C: Social and educational sessions	week for 4 weeks C: 90 mins session, 8 times over 4 weeks	Activity Monitor), ●10MWT SMWT ●ABC RMI Physical Activity and Disability Scale
Pang et al. 2008 ⁴⁸ Hong Kong	60 (30/30)	I: 66.0 (8.7) C: 65.0 (8.5)	I: 5.2 (5.0) years C: 5.1 (3.6) years	I: Leg exercise group: 3 different exercise stations; aerobic exercises (brisk walking, sit-to-stand, stepping, intensity increased progressively), balance exercises (walking in different directions, standing on a tilting board), leg muscle strengthening exercises (squats, toe rises) C: Arm exercise group: 3 different stations; shoulder muscle strengthening exercises with theraband, upper limb weight-bearing exercises (i.e. push-ups on the arm-rests of chair), hand muscle strengthening exercises using dumb-bells or cuff weights and range of motion exercises	Both groups: 1 hour session, 3 times a week for 19 weeks	●SMWT ●BBS ABC Peak VO2 Leg muscle strength
Salbach et al. 2004 ⁴⁵	91 (44/47)	I: 71 (12)	I: 239 (83) days	I: 10 walking-related functional tasks designed to strengthen the lower extremities and enhance walking	Both groups: 3 times per week for 6	SMWT ●5MWT

Canada		C: 73 (8)	C: 217 (73) days	balance, speed and distance in a progressive manner C: The practice of upper extremity activities while sitting: manipulating cards, using a keyboard and writing	weeks	●BBS TUG
Balance training vs. Other Treatment						
Cheng et al. 2010 ⁵⁹	15 (8/7)	I: 52.87 (8.74) C: 58.43 (5.06)	I: 33.6 (37.9) months C: 33.6 (28.1) months	I: Electrical stimulation of ankle dorsiflexors in concert with a motor training (standing on a rocker board) with visual feedback via Balance master system + ambulation training focusing on ankle control with verbal cues C: General range of motion (ROM) and strength exercises + ambulation training focusing on ankle control with verbal cues	Both groups: 30mins + 15 mins session, 3 times a week for 4 weeks	Spasticity, Muscle strength, ROM, ●Limits of stability, ●Gait parameters (i.e. speed), Emory Functional Ambulation Profile(EFAP, incl. TUG)
Geiger et al. 2001 ⁵⁴ USA	13 (7/6)	I: 61.8 (16.9)	I: 99.9 (96.0) days	I: Training on the Balance Master, standing position, one foot on each forceplate; progressed training to challenge patients limits of stability and weight-shifting	I: 15 mins session + 35 mins physical therapy, 2-3 times a week for 4 weeks	BBS TUG

		C: 58.7 (14.8)	C: 133.8 (203.4) days	+ Physiotherapy interventions including pt techniques aimed at improving muscle force, range of motion, balance and mobility: mat activities (stretching and strengthening), weight bearing or shifting and standing, lower-extremity exercises in parallel bars and balance activities + training in functional activities such as reaching and mobility C: Physiotherapy interventions including pt techniques aimed at improving muscle force, range of motion, balance and mobility: mat activities (stretching and strengthening), weight bearing or shifting and standing, lower-extremity exercises in parallel bars and balance activities + training in functional activities such as reaching and mobility.	C: 50 mins session, 2-3 times a week for 4 weeks	
Goljar et al. 2010 ⁶⁰	39 (20/19)	I: 60.0 (8.6) C: 62.3 (9.3)	Both groups: 3.2 (2.0) months	I: Conventional physical therapy including 20 min of balance trainer program (mechanical device for training standing balance) C: Conventional physical therapy including 20 min of balance training	Both groups: 45 mins session, 5 days a week for 4 weeks	BBS TUG One leg standing 10MWT FIM

Grant et al. 1997 ⁵¹ United Kindom	16 (8/8)	Both groups: 65 ± 3 (1 sd) years	Both groups: average 33 ± 5 days	I: Visual feedback training on the Balance Master (standing with each foot positioned on force platform). Progressive tasks; beginning i.e. weight shifting, finally reaching and stepping in place (difficulty was increased i.e. by speed of weight shifts) + regular physiotherapy C: Conventional progressive balance training; beginning i.e. weight shifting, reaching and finally performing functional activities challenging balance + regular physiotherapy	Both groups: 30 mins session, 5 days a week as inpatients for a minimum 3 weeks + 30 mins session, 2 days a week as outpatient for a maximum 8 weeks (for an average of 19 sessions) + regular pt	Postural sway BBS TUG 10MWT
Hart et al. 2004 ⁵⁵ Israel	18 (9/9)	I: 61.4 (SD) C: 57.3 (6.8)	Both groups: Average 27 months after stroke (range 13-54 months)	I: Tai Chi Chuan practice; practice of slow, graceful and precise movements carried out with a lowered center of gravity, knees and hips flexed, movements require well-coordinated sequencing of body segments C: Group exercises focusing on improvement of balance	Both groups: 1 h session, 2 times a week for 12 weeks	BBS TUG Romberg's test Standing on the unaffected leg, Emory Functional Ambulation Profile (EFAP), Duke health Profile
Karthikbabu	30 (15/15)	I: 59.8	I: 11.8 (8.1)	I: Task-specific trunk exercises on an unstable support (i.e. the physio ball)	Both groups:	Trunk Impairment Scale,

et al. 2011 ⁶³		(10.5) C: 55 (6.5)	days C: 12.1 (7.5) days	including movements for upper and lower part of the trunk both in supine and sitting position + regular physiotherapy (incl. tone facilitation, range of movement exercises) C: Task-specific trunk exercises on stable surface (plinth) including movements for upper and lower part of the trunk both in supine and sitting position + regular physiotherapy (incl. tone facilitation, range of movement exercises)	1 h session, 4 days a week for 3 weeks + regular pt for 3 weeks	●Brunel Balance Assessment
Lee et al. 2010 ⁶¹ South Korea	34 (17/17)	I: 62.02 (13.36) C: 61.41 (8.44)	I: 12.06 (3.33) months C: 13.89 (3.25) months	I: In water training group (33-34°C). 10 types of task-oriented training (warming-up, balance tasks, heel lifts, coordination and strength, balance and strength, balance and ability to move tasks, endurance and ability to move tasks, dual tasks, mobility and balance, cooling-down) C: On land training group. Same 10 types task-oriented training, the water resistance was replaced by appropriate resistance given by physical therapist.	Both groups: 50mins session, 3 times a week for 12 weeks	Static balance (velocity) Dynamic balance (s, mm)

Marigold et al 2005 ⁵⁷ Canada	48(22/26)	I: 68.1 (9.0) C: 67.5 (7.2)	I: 3.6 (1.8) years C: 3.8 (2.4) years	I: Agility group challenged dynamic balance, tasks progressively increased in difficulty (emphasized agility and multisensory approach), standing in different postures, walking with various challenges, additional exercises like sit-to-stand and standing perturbation. Eyes-closed conditions and foam surfaces were incorporated in many of the tasks. C: Stretching/weight-shifting exercise group trained slow, low-impact movements consisting of stretching (by standing and mats on the floor) and weight shifting (tai chi-like movements and reaching tasks). Getting down and up from the floor was exercise itself.	Both groups: 1 hour session, 3 times a week for 10 weeks	●BBS TUG Step reaction time ABC Nottingham Health Profile Postural reflexes and induced falls
Noh et al. 2008 ⁵⁸	20 (10/10)	I: 69.1 (10.1) C: 66 (11.4)	I: 2.8 (3.8) years C: 1.6 (1.7) years	I: Aquatic therapy program (34°C water) consisting of Ai Chi and Halliwick methods. Focus on balance and weight-bearing exercises (warm-up, method training, cool-down) C: Conventional therapy, consisting of gym exercises; warm-up, strengthening extremities and gait training.	Both groups: 1 hour session, 3 times a week for 8 weeks	BBS Weight-bearing ability MMAS Muscle strength
Outermans	43 (22/21)	I: 58.6 (8.6)	I: 22.5 (8.2) days	I: High-intensity task-oriented training, 10 work stations focused on improving	I: 45 mins session + 10 mins walking, 3 times a	●10MWT

et al. 2009 ⁶²		C: 56.3 (8.6)	C: 23.5 (7.8) days	<p>walking competency and postural control; turning, walking quickly, making transfers etc.</p> <p>+ walking relays and races</p> <p>+ individual physiotherapy</p> <p>C: Low-intensity physiotherapy improving motor control of the affected leg and balance. No components of physical fitness training in contrast to the intervention group</p> <p>+ Joining in games, like passing through a ball</p> <p>+ individual physiotherapy</p>	<p>week for 4 weeks</p> <p>+ 30 mins pt each day</p> <p>C: 45 mins session + 10 mins games, 3 times a week for 4 weeks</p> <p>+ 30 mins pt each day</p>	<p>SMWT</p> <p>●BBS</p> <p>Functional reach test</p>
Richards et al. 2004 ⁵⁶ Canada	62(31/30)	I: 62.9 (12)	I: 52.0 (22) days	<p>I: Specialized locomotor training: using a tilt table (if needed), reciprocal stepping on a Kinetron isokinetic exerciser and use of a limb-load monitor to induce weight bearing on the affected side, treadmill walking with full weight bearing.</p> <p>+ Conventional physiotherapy: neurodevelopmental approach; motor learning, task-oriented approach</p>	<p>Both groups:</p> <p>1 hour session, 5 days per week for 2 months</p>	<p>BBS</p> <p>Gait speed</p> <p>Fugl-Meyer Assessment</p> <p>TUG</p> <p>BI</p> <p>BAMB (self-care and mobility test)</p>

		C: 60.7 (12)	C: 52.6 (18) days	C: Locomotion – as soon as possible with external support. Stair-climbing, walking on inclined planes and various transfers, gradually added variety + Conventional physiotherapy; neurodevelopmental approach; motor learning, task-oriented approach		
Engardt et al. 1993 ⁵⁰ Sweden	40 (20/20)	I: 64.6 (6.7) C: 65.1 (9.0)	I: 38 (18) days C: 38 (22) days	I: Rising and sitting down exercises on a platform (separately under each foot), feedback through the auditory output (bio-feedback signal: received knowledge of performance immediately when the load of the paretic leg reached the preset body-weight distribution) Instructed to put equal weight on both feet during the exercises. + conventional pt C: conventional pt and the same program; rising and sitting down on the platform but without feedback	Both groups: 15 mins session, 3 times per day, 5 days a week for 6 weeks	Weight distribution (while rising and sitting down) BI Fugl-Meyer Assessment MAS (sit-stand)
Séze et al. 2001 ⁵³ France	20 (10/10)	I: 63.5 (17)	I: 36.8 (25) days	I: Rehabilitation using the Bon Saint Come device (BSC, based on learning to control trunk movements in the framework of spatial exploratory tasks in sitting or standing) + Conventional rehabilitation (Bobath-inspired approach and functional	I: 1 hour session per week for 4 weeks + 1 hour session per week for 4 weeks	TCT ●Upright Equilibrium Index Sitting Equilibrium Index

		C: 67.7 (15)	C: 27.7 (15) days	therapy) C: Conventional rehabilitation (Bobath-inspired approach and functional therapy)	C: 2 hours session per week for 4 weeks	Bells Neglect Test ●FAC FIM
Walker et al. 2000 ⁵² Canada Comparing I1(I) and I2 (C)	46 (I1:16/ I2: 16/ Control 14)	I1: 65.4 (13.8) I2: 62.4 (13.3) C: 65.8	I1: 40.9 (19.5) days I2: 35.1 (22.3) days	I1 (I): Visual feedback training on the Balance Master (if necessary tactile and verbal cues also), information about center-of-gravity position as patients shifted their weight during various progressed activities; addition of an upper-extremity activity or trunk rotation + Regular therapy program (based on a neurodevelopmental approach and incorporating everyday activities) I2 (C): Conventional therapy, verbal and tactile cues to encourage symmetrical stance. Various progressed activities i.e. weight shifting and reaching tasks, addition of an upper-extremity activity or trunk rotation + Regular therapy program (based on a neurodevelopmental approach and incorporating everyday activities)	2 Experimental groups: 30 mins session, 5 days a week until discharge (3 to 8 weeks) + Regular therapy 2 hours per day	Postural sway BBS TUG Gait speed

		(9.9)	C: 42.0 (13.4) days	C: Regular therapy program (based on a neurodevelopmental approach and incorporating everyday activities)	C: Regular therapy 2 hours per day until discharge (3 to 8 weeks)	
Balance training + physiotherapy vs. Physiotherapy						
Allison et al. 2007 ⁶⁶ United Kindom	15(5/10)	I: 72.4 (17.9) C: 78 (7.9)	I: 20.6 (20.5) days C: 15.1 (16.0) days	I: Standing practice; reaching tasks, sit-to-stand movements etc, rest periods as necessary + Conventional physiotherapy including work on strengthening, improving movement, mobility and upper limb function C: Conventional physiotherapy including work on strengthening, improving movement, mobility and upper limb function	I: 45 min session a day, 5 times a week for, 3-4 weeks (treatment was continued throughout the patients stayed in the rehabilitation unit, typically 3-4 weeks) + 45 min session a day, 5 times a week for 3-4 weeks C: 45 min session a day, 5 times a week for 3-4 weeks (treatment was continued throughout the patients stayed in the rehabilitation unit, typically 3-4 weeks)	BBS TCT RMA
Askim et al. 2010 ⁷⁰	62 (30/32)	I: 75.4 (7.9)	I: 14.4 (7.4) days	I: Motor training focused on reaching tasks, sit-to-stand, step tasks and walking tasks + physical therapy focused on	I: 30-50 mins session, 3 days a week for the 4 weeks + 30mins session, 2 times	●BBS BI

		C: 77.6 (9.6)	C: 14.8 (6.6) days	<p>mobilization (on standing or sitting position) and independence in activities of daily living and multidisciplinary team rehabilitation</p> <p>+ home exercises</p> <p>C: physical therapy focused on mobilization (to standing or sitting position) and independence in activities of daily living and multidisciplinary team rehabilitation</p>	<p>a day, 5 days per week for 4 weeks</p> <p>+ home- exercises 2 times per day, 6 days a week</p> <p>C: 30mins session, 2 times a day, 5 days per week for 4 weeks</p>	<p>MAS</p> <p>Step test</p> <p>●5MWT</p> <p>Stroke Impact Scale</p>
Chen et al. 2002 ⁶⁴ Taiwan	41 (23/18)	I: 58.7 (10.19)	I: 3.0 months	<p>I: Visual feedback balance training with the Smart Balance Master; training for static balance and dynamic function training</p> <p>+ Conventional physical therapy and occupational therapy programs including muscle strengthening, therapeutic exercise, and ADL training</p> <p>C: Conventional physical therapy and occupational therapy programs including muscle strengthening, therapeutic exercise, and ADL training</p>	<p>I: 20mins session, 5 days a week for 2 weeks</p> <p>+ 2 weeks</p> <p>C: 2 weeks</p>	Postural sway
Gok et al.	30(15/15)	I: 55.1 (11.4)	I: 460.0 (90.4) days	I: Kinaesthetic ability training (KAT) device, static and dynamic balance	I: 20 mins session, 5 times a week for 4 weeks	●KAT balance index

2008 ⁶⁷				<p>training program on standing</p> <p>+ conventional stroke rehabilitation program focused on positioning, postural control, ROM, progressive resistance exercises, endurance and gait</p> <p>C: conventional stroke rehabilitation program focused on positioning, postural control, ROM, progressive resistance exercises, endurance and gait</p>	<p>+ 2-3 h/day, 5 days a week for 4 weeks</p> <p>C: 2-3 h/day, 5 days a week for 4 weeks</p>	<p>FIM</p> <p>Fugl-Meyer Assessment</p>
<p>Howe et al. 2005⁶⁵</p> <p>United Kindom</p>	33 (15/18)	<p>I: 71.5 (10.9)</p> <p>C: 70.7 (7.6)</p>	<p>I: 26.5 (15.7) days</p> <p>C: 23.1 (17.5) days</p>	<p>I: Exercises improving lateral transference in sitting and standing based on the work of Davies. Self-initiated goal-orientated activities in various postures with (reaching in sitting or standing), where appropriate, manual guidance and verbal encouragement of these movement strategies (feedback)</p> <p>+ Usual care including physiotherapy</p> <p>C: Usual care including physiotherapy</p>	<p>I: 12 sessions, a total of 6 hour over 4 weeks</p> <p>C: 4 weeks</p>	<p>Static standing balance (i.e. Postural sway)</p> <ul style="list-style-type: none"> •Lateral reach test <p>Sit-to-stand-to-sit</p>
Kim et al. 2009 ⁶⁸	24 (12/12)	I: 52.4 (11.0)	I: 25.9 (10.0) months	I: Virtual reality therapy to stimulate the development of diverse balance, weight shifting and stepping skills (to increase static and dynamic balance, ROM, mobility, stepping and ambulation skills)	<p>I: 30 mins a day, 4 days a week for 4 weeks</p> <p>+ 40 mins a day, 4 days a week for 4 weeks</p>	<p>Static standing balance (i.e. Postural sway)</p> <p>Dynamic balance</p>

		C: 51.8 (7.1)	C: 24.3 (8.9) months	+ Conventional physical therapy focused on static and dynamic standing balance (i.e. weight shifting onto the paretic limb) during walking and regular neurorehabilitation regimen (muscle strengthening exercise) C: conventional physical therapy focused on static and dynamic standing balance (i.e. weight shifting onto the paretic limb) during walking and regular neurorehabilitation regimen (muscle strengthening exercise)	C: 40 mins a day, 4 days a week for 4 weeks	BBS 10MWT MMAS Spatiotemporal parameters
Tung et al. 2009 ⁷¹	32 (16/16)	I: 51.0 (12.1) C: 52.7 (14.1)	I: 26.9 (16.0) months C: 12.8 (12.3) months	I: Sit-to-stand training program (6 different task-levels) + general physical therapy (included balance training, gait training, strengthening exercise for lower extremities and activities of daily living) C: General physical therapy (included balance training, gait training, strengthening exercise for lower extremities and activities of daily living)	I: 15 mins session, 3 times a week for 4 weeks + 30 mins session, 3 times a week for 4 weeks C: 30 mins session, 3 times a week for 4 weeks	Weight distribution Limits of stability test ●BBS Muscle strength
Verheyden et al.	33 (17/16)	I: 55 (11)	I: 53 (24) days	I: Trunk exercises, movements of the upper and lower part of the trunk in supine and sitting	I: 30 mins session, 4 times a week for 5 weeks	Trunk Impairment Scale

2009 ⁶⁹				+ conventional multidisciplinary rehabilitation program C: Conventional multidisciplinary rehabilitation program	+ rehab. for 5 weeks C: rehab. for 5 weeks	
Walker et al. 2000 ⁵² Canada Comparing I2(I) and C (C)	46 (I1: 16/ I2: 16/ Control 14)	I1: 65.4 (13.8) I2: 62.4 (13.3)	I1: 40.9 (19.5) days I2: 35.1 (22.3) days	I1: Visual feedback training on the Balance Master (if necessary tactile and verbal cues also), information about center-of-gravity position as patients shifted their weight during various progressed activities; addition of an upper-extremity activity or trunk rotation + Regular therapy program (based on a neurodevelopmental approach and incorporating everyday activities) I2 (I): Conventional therapy, verbal and tactile cues to encourage symmetrical stance. Various progressed activities i.e. weight shifting and reaching tasks, addition of an upper-extremity activity or trunk rotation + Regular therapy program (based on a neurodevelopmental approach and incorporating everyday activities)	2 Experimental groups: 30 mins session, 5 days a week until discharge (3 to 8 weeks) + Regular therapy 2 hours per day	Postural sway BBS TUG Gait speed

		C: 65.8 (9.9)	C: 42.0 (13.4) days	C: Regular therapy program (based on a neurodevelopmental approach and incorporating everyday activities)	C: Regular therapy 2 hours per day until discharge (3 to 8 weeks)	
--	--	------------------	------------------------	---	---	--

Note. I, Intervention group (I1=group 1, I2=group 2); C, Control group; SD, Standard Deviation; IRQ, Interquartile Range; PT, Physiotherapy.

Black bowl indicates the available outcomes for meta-analyses for standard mean difference.

BBS, Berg Balance Scale; TUG, Timed Up and Go; MAS, Motor Assessment Scale; ROM, Range of motion; TCT, Trunk Control Test; RMA, Rivermead Motor Assessment; RMI, Rivermead Mobility Index; MI, Motricity Index; ABC, Activity-Specific Balance Confidence scale; PASS, Postural Assessment Scale for Stroke Patients; MMAS, Modified Motor Assessment Scale; KAT, Kinaesthetic ability training device; 10MWT, 10-Meter Walk Test; SMWT, Six-Minute Walk Test; FAC, Functional Ambulatory Classification; FIM, Functional Independence Measure; BI, Barthel Index.