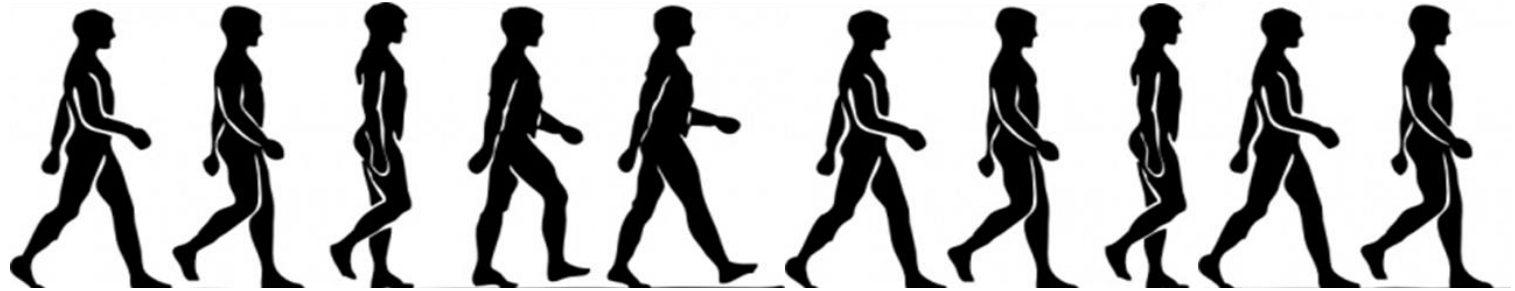


VK-Kustannus Oy 29.11.2025



Ihmisen liikkumisen perusta – kävely! Kineettinen ketju ja askelanalyysi

Jarmo Ahonen, Fysioterapeutti

www.artfysio.fi



Google: Walking

- Noin 1 700 000 000 tulosta (0,58 sec)
- The Walking Dead:
 - 1 180 000 000 (0,64 sec)

ALARAAJAT

- tutkiminen, hoito ja kuntoutus

Pidät kädessäsi ainutlaatuisia kirjaa, joka tuo ensimmäistä kertaa yhteen alaraajoihin keskittyvän hoitokokonaisuuden kaikki asiantuntijat. Kirja on laaja ja tarjoaa valtavan tietomäärän kaikille, jotka työskentelevät tai opiskelevat alaraajojen terveyteen liittyvien asioiden parissa. Kyseessä ei ole oikeastaan vain kirja, vaan oppimisalusta, jota täydentää yli 200 videota. Videoissa käydään läpi esimerkiksi alaraajojen tutkimista, harjoittelua, manuaalisia tekniikoita, teippauksia ja uutta teknologiaa.

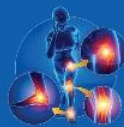
Kirjoittajakuntaan kuuluu ansioituneita ja alansa huippua edustavia ortopedejä ja jalkakirurgia, lonkan ja polven tekonivelkirurgian asiantuntijoita, reumatologi, fysiatrian erikoislääkäri, neurologian erikoislääkäri ja aivotutkija sekä liikuntalääketieteen professori.

Liikuntalääketiedettä ja biomekaniikkaa edustavat Jyväskylän yliopiston tutkijat ja valmentajat. Fysioterapian puolelta löytyy pitkän linjan tutkijoita, professori, väitellyt tohtori sekä oman alansa asiantuntijoita, erityisesti alaraajan asiantuntijoina tunnetuiksi tulleita fysioterapeutteja, faskiatutkijoita sekä eri urheilulajeissa toimivia fysioterapian ammattilaisia. Jalkaterapian puolelta löytyy myös osaamista protetiikkaa myöden.

Yllätyksenä mukana on myös videohaastatteluja oman alansa huipulta: koripallosta, tenniksestä, sulkapallosta, kestävyysjuoksusta ja taitoluistelusta.

Kirja katsoo myös tulevaisuuteen. Siinä on lopussa katsaus teknologisiin oivalluksiin ja jo olemassa oleviin keksintöihin, jotka auttavat alaraajan toiminnan häiriöistä kärsiviä ihmisiä.

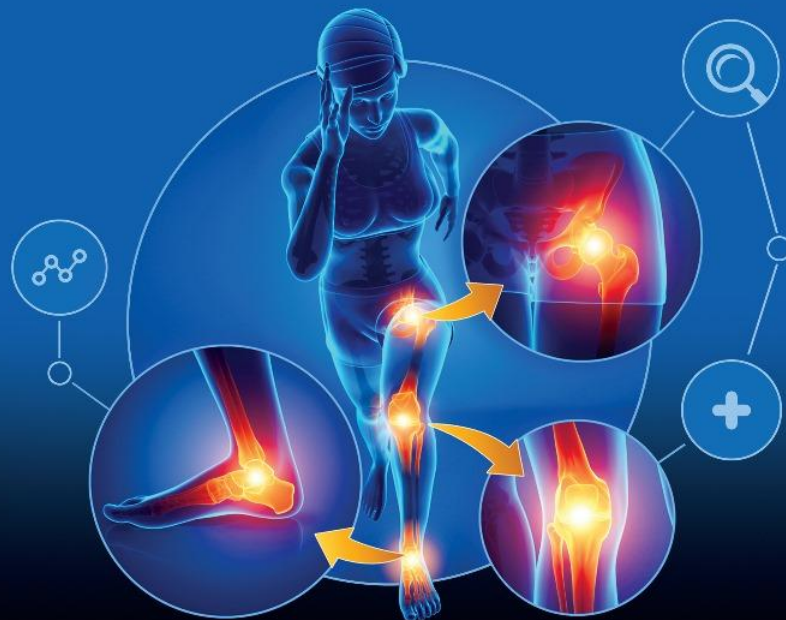
Tartu toimeen, tartu kirjaan ja sen runsaaseen videomateriaaliin. Tässä on sinulle pitkäksi aikaa opiskeltavaa. Takaamme, että tämän aineiston omaksuttuasi katselet ihmisten liikettä, kävelyä ja juoksua uusin, ymmärryksen silmin.



ALARAAJAT

- tutkiminen, hoito ja kuntoutus
Toim. Jarmo Ahonen - Joni Järvi

Toim. Jarmo Ahonen - Joni Järvi



ALARAAJAT

- tutkiminen, hoito ja kuntoutus

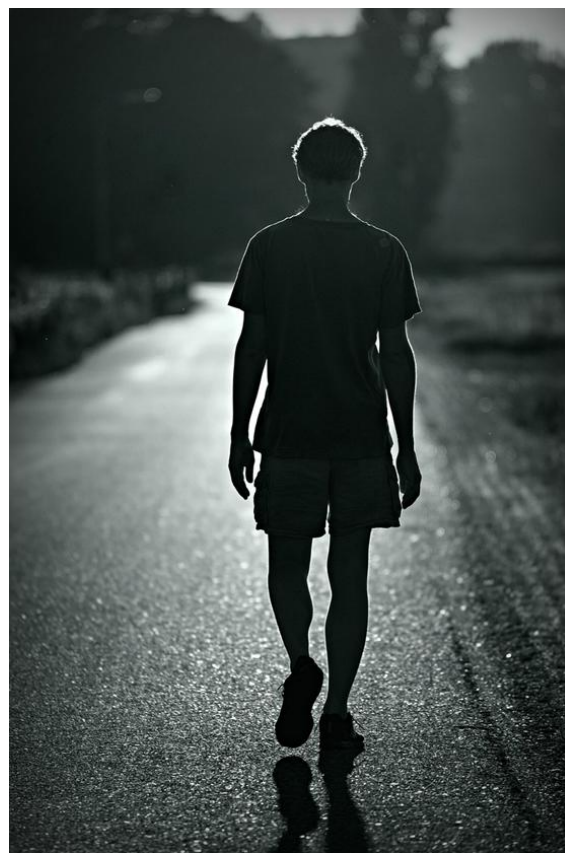
VK-KUSTANNUS



VK-KUSTANNUS

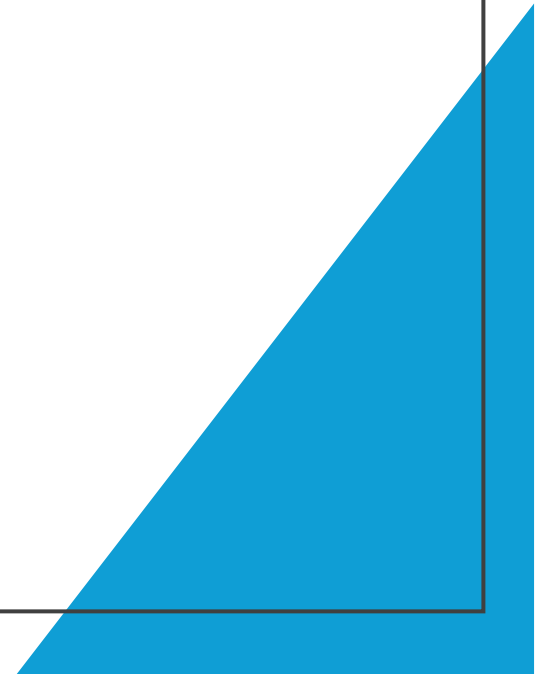
Kävelyn määritelmä

- Kävely on etenemistä jalkojen varassa syklisesti siirtämällä jalkaa toisen eteen ja liikuttamalla kehoa sen yli. Ihmisen kävelyssä toinen jaloista on aina kosketuksissa alustaan, askelsyklin kaksoistukivaiheessa molemmat.



Kävelyn terveyshyödyt

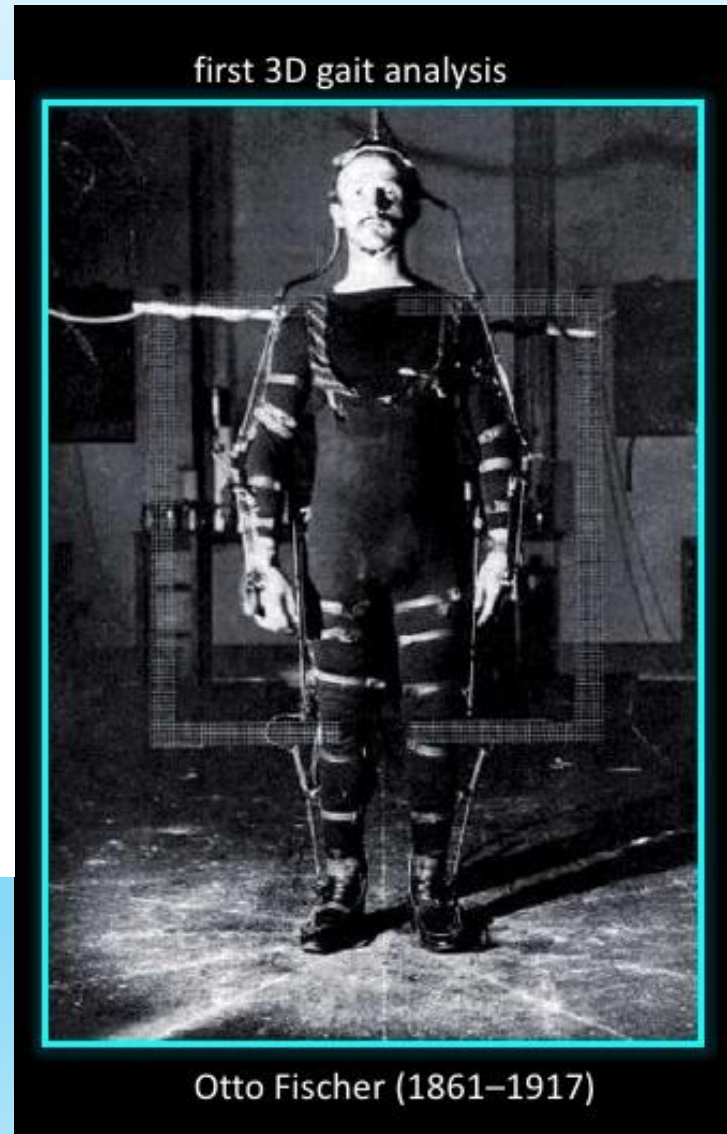
- Kestävyyuskunto, lihaskunto
- Sairauksien ennaltaehkäisy
- Yleisterveyden parantuminen; sydän-
verisuonisairaudet
- Psyykkinen hyvinvointi, autonominen
hermosto tasapainottuu
- Stressin purku
- Sosiaaliset kontaktit
- Luontoyhteys



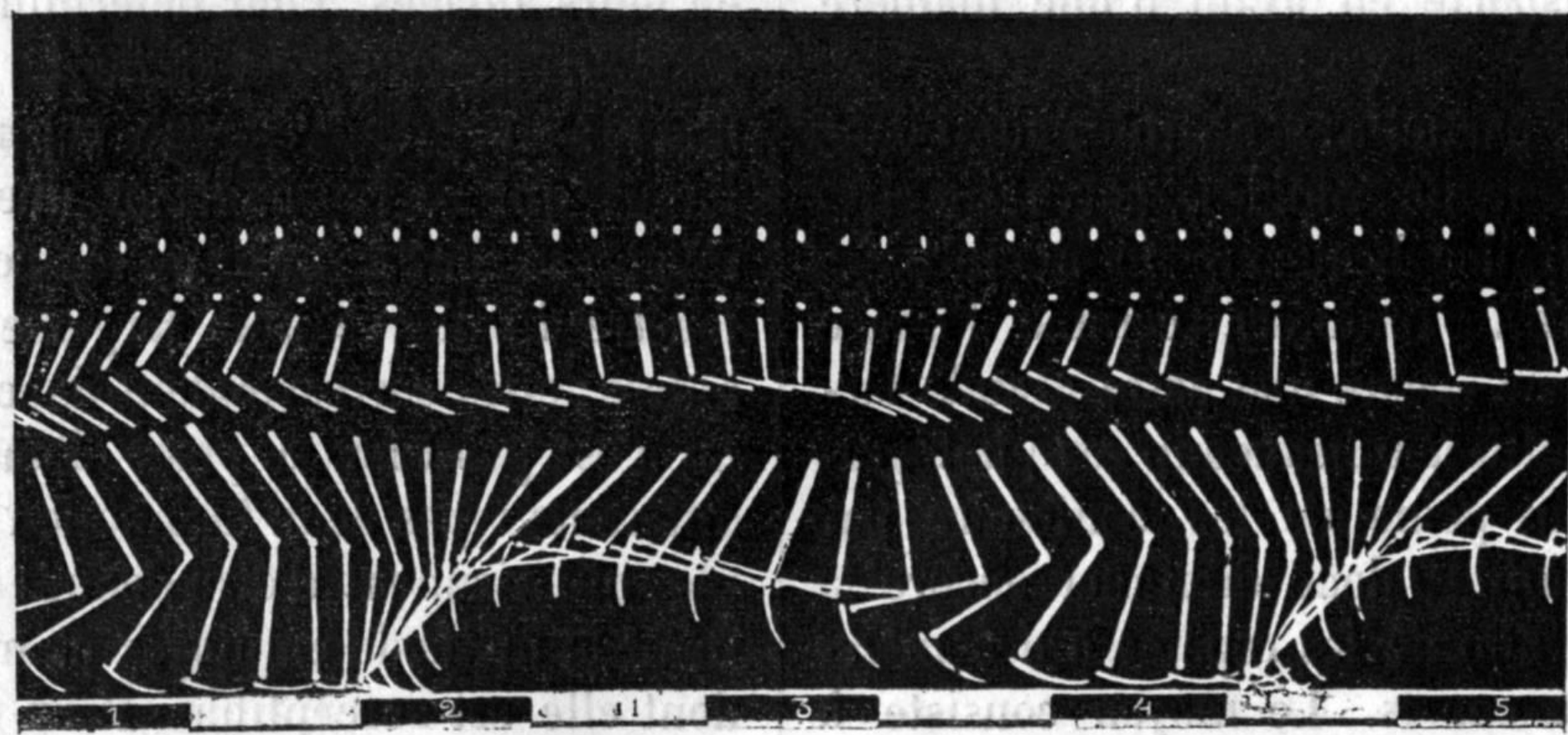
Kävelytutkimus on yli 100 vuotta vanhaa

Why we walk the way we do: Part 1- Learning from history

Richard Baker
Professor of Clinical Gait Analysis



Etienne-Jules Marey, Linear Graph of Running Man in Black with White Stripes, ca. 1882



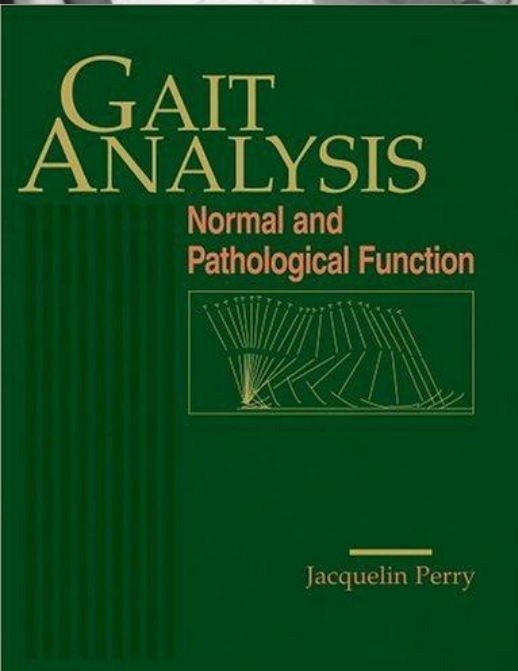


Eadweard Muybridge

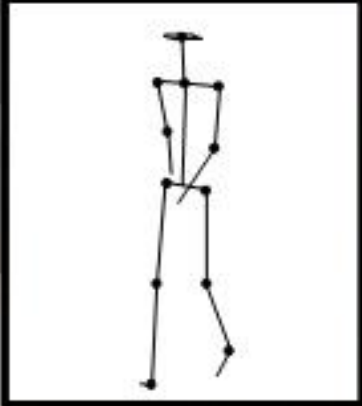
Presidio Park, San Francisco



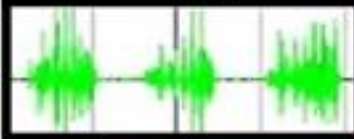
Jacquelin Perry, M.D.



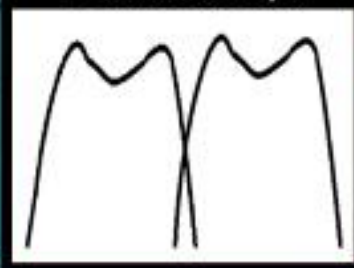
Liikeanalyysi-
kamerat



EMG



Voimalevyt



**Nykytutkimus perustuu
tietotekniikkaan**

Laitteiden kalleus...

...ja huono saatavuus tutkimuksen suhteen saa meidät tekemään työtä tiedon soveltamiseksi ja käytännönläheisten ratkaisujen löytämiseksi.

Tutkijan silmää ja käsityskykyä tulee harjoittaa ja sen kautta oppia soveltamaan opittuja taitoja.



Kävely on vanhin ihmisen liikkumismuoto

- Peruskävely on erittäin energia-
taloudellista.
- Tarve on sanellut kehityksen.



Nykyiset trendit

- Ei ole yhtä absoluuttisen oikeaa tapaa liikkua
- Siksi on tärkeää tunnistaa ”normit”, joita vastaan peilataan liikkumisen ilmiöitä ja poikkeamien merkityksiä kivun ja ongelmien syntymiselle
- Urheilussa ja tanssissa tehokkuus ja estetiikka säätelevät suoritustekniikoita, jolloin liikkeen tarkkuus ja ”oikeellisuus” korostuvat



Monta kävelytyyliä = analyysi ei ole helppoa

- <https://media.tenor.com/images/295c89035d1d6e899de071d313edfa0b/tenor.gif>
<https://media.tenor.com/images/295c89035d1d6e899de071d313edfa0b/tenor.gif>



Luonnollinen kävely?

Sauvakävely voi olla tarpeen sanelemaa tai liikuntaharrastus



Kävelyn oppiminen

Ihminen oppii kävelemisen normaalisti noin yhden vuoden ikäisenä.

Ihminen ja muutama muu laji kävelee kahdella jalalla, moni muu neljällä tai useammalla jalalla. Joskus tarvitaan apua!



Perusperiaate

- Jalan päällä ollessa luinen linjaus tulisi olla hyvällä mallilla, jotta nivelten läpi kulkeva kuormitus ja liike-energia (myös painovoima) on ergonomisesti kestäväällä pohjalla.
- Proprioseptinen hallinta luo perustan liikkeelle ja sen onnistumiselle ilman suurempia ongelmia.

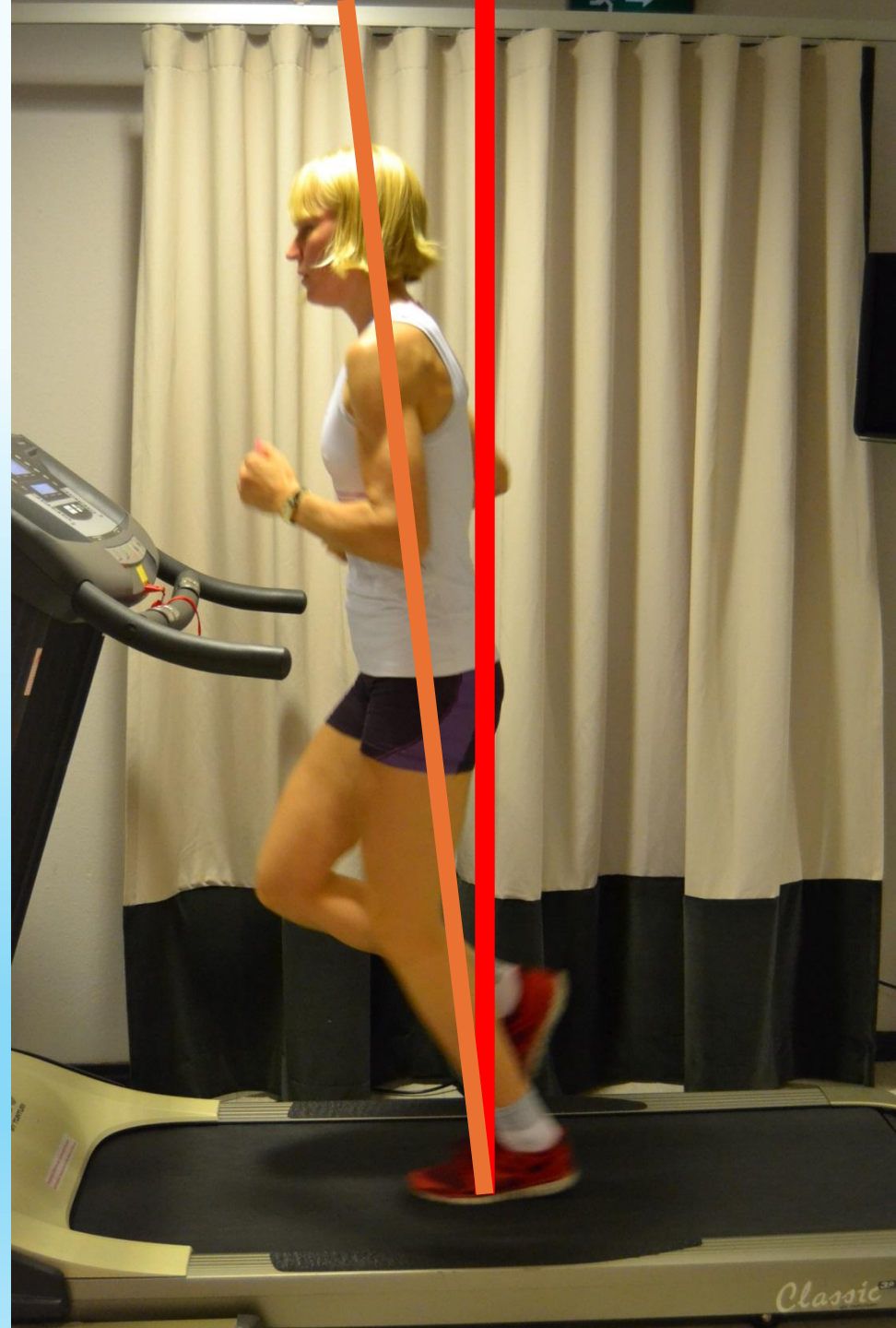
Mekaniikan peruslait

- Mekaniikan peruslait eli Newtonin lait muotoili fyysikko Isaac Newton. **Ne julkaistiin ensimmäisen kerran vuonna 1687** teoksessa Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. (I.N. oli myös parlamentin jäsen).
- Mekaniikan peruslait käsittelevät kappaleiden liiketilan muutoksia, kun niihin vaikuttaa voimia.
- **Painovoiman laki**
- Newtonin 1. laki eli jatkuvuuden laki
- Newtonin 2. laki eli dynamiikan laki (kiihtyvyys)
- **Newtonin 3. laki = voiman ja vastavoiman laki**

Vartalon nojakulma suhteessa tukijalkaan ja painovoimalinjaan

- Kuvassa 7 astetta
- Punainen linja =
painovoiman linja

**Painovoima hyödyttää
liikkujaa, jos on
+nojakulma**





Ryhdin lysähtäminen

- Huonossa ryhdissä kolme ryhdin koria kallistuvat eivätkä ole enää linjassa keskenään.
- Kehon kannatusmekanismit eivät toimi. Liikekontrolli huono.
- Pää, rintakehä ja lantio ovat kukin eri asennoissa.
- Ryhtihäiriöt ovat erilaisia ja kuvitteelliset korit voivat olla sen vuoksi hyvin erilaisissa asennoissa.



Normal



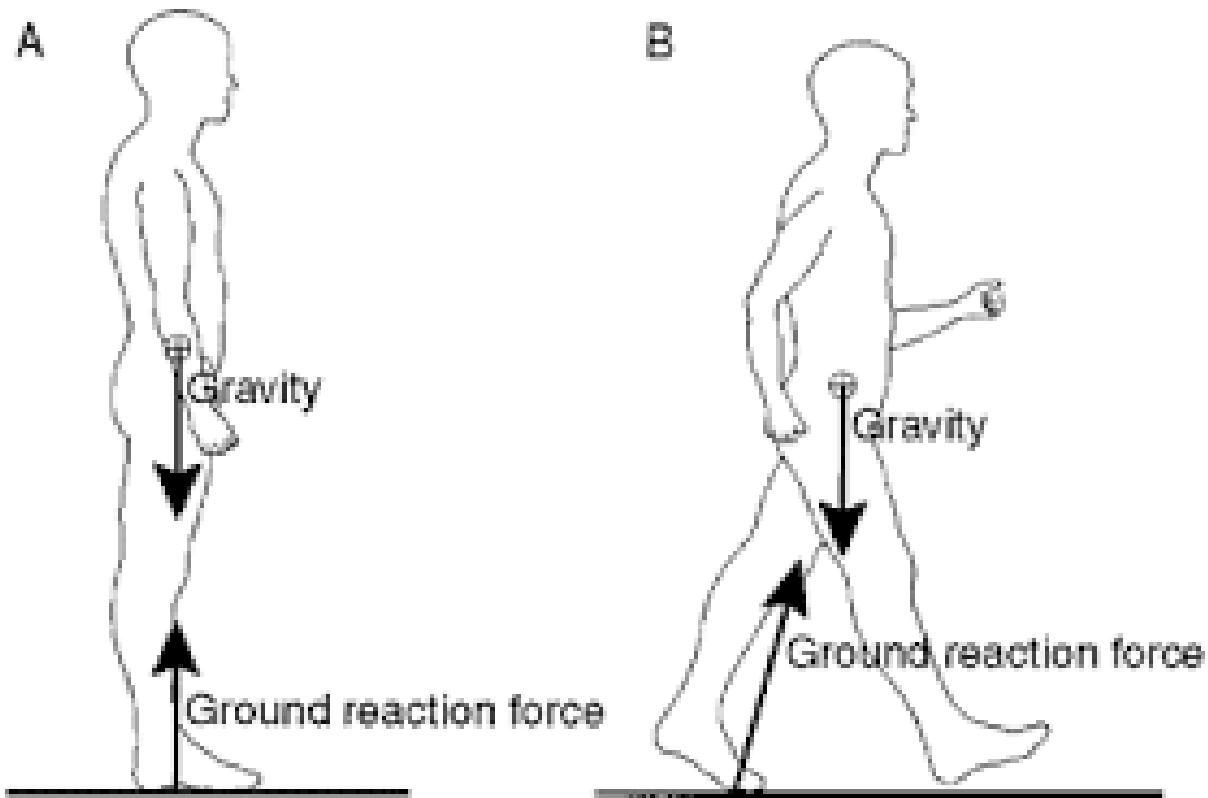
Genu recurvatum



Buckling eli lysähdys (give in = antaa periksi)

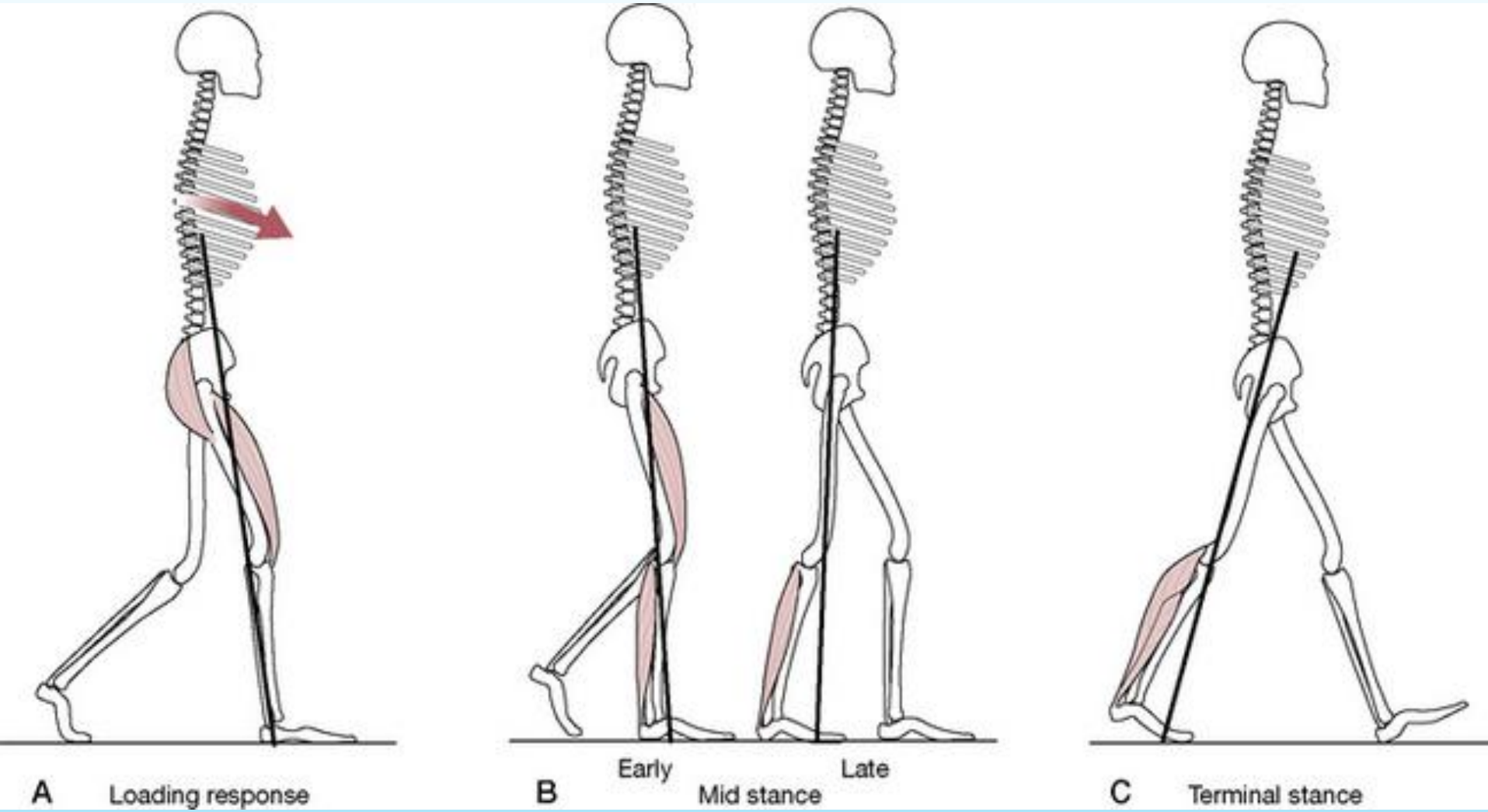
- Mitkä osat kehossa voivat lysähtää?
- Mitkä osat voivat menettää kykynsä osallistua iskunvaimennukseen?
- Miten kehon eri osat voivat vastata painovoiman haasteisiin?





Ground
Reaction
Force
(GRF) eli
alustalta
välittyvä
reaktio-
voima

Pidä vartalo oikeassa suhteessa alustan reaktivoiman vektoriin nähden



Perusperiaate

- Suljetun kineettisen ketjun liikkeissä kaikissa ketjun nivelissä tulee olla vapaa liikkuvuus.
- Nivelten joustamattomuus, pehmytkudosten kireys tai lihasten riittämätön venyvyys kompensoituu ketjun seuraavassa yksikössä ja aiheuttaa toimintahäiriöitä.

Kineettinen ketju

- **Avoin kineettinen ketju** = raaja ei ole kuormitettuna ja yksittäiset nivelet voivat toimia itsenäisesti ilman, että ne vaikuttavat muiden nivelten toimintaan
- **Suljettu kineettinen ketju** = raaja on kuormitettuna ja jokaisen nivelen liike vaikuttaa ketjun muihin niveliin biomekaniikan ja kehon rakenteiden lainalaisuuksien mukaan.
- Myös istuminen on suljettu kineettinen ketju

Suljettu kineettinen ketju ja kompensatiot

- Suljetussa kineettisessä ketjussa ilmenevät häiriöt aiheuttavat säännönmukaisia kompensatioita.
- Näiden ilmiöiden ymmärtäminen ja soveltaminen kuntoutukseen on fysioterapeuttisen ajattelun ydin tuki- ja liikuntaelinvaivojen hoidossa.
- **Ilman tätä ymmärrystä liikutaan ”vierailta vesillä” ja hoito sekä harjoittelu ovat sattumanvaraisia.**

Rangan hallinta; mitä se on?

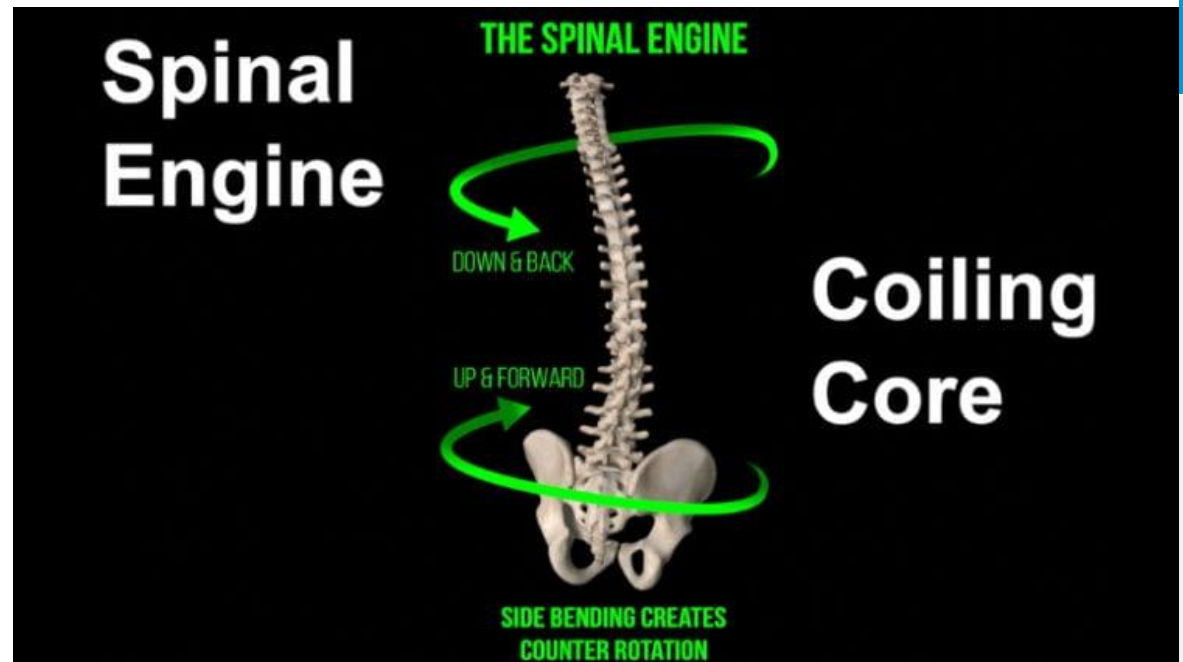
- Pystyasento ja siihen liittyvä myofaskiaalinen tukitoiminta
- Hengitys kokonaisuutena ja rintakehän vapaa liike
- Lantion pohjan rytmisen toiminta
- Käsivarsien liike hartiarenkään rytmittämänä
- Alaraajojen liike lantion liikkeiden käynnistämänä



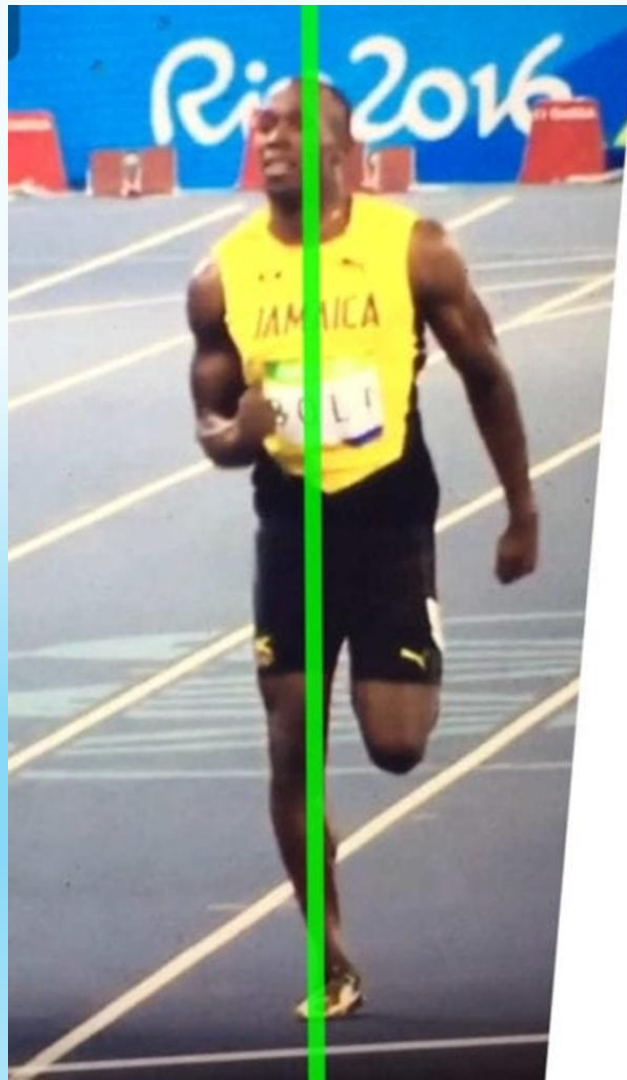
**Bracing
Core**

Spinal Engine / Coiling Core

David Weck:
Enhancing the
Core of
Athletic
Movement



Bracing or Coiling Core?



Kävelyn perusteita

- Vauhdin mukaan kävely jaetaan **kehittymisvaiheeseen, rytmiseen vaiheeseen ja hidastumisvaiheeseen.**
- **Kehittymisvaiheessa** kävely alkaa seisovasta lepoasennosta ja vauhti kiihtyy kohti haluttua nopeutta.
- **Rytmisessä vaiheessa** nopeus pysyy tasaisena ja tapahtuu joukko syklisiä, toistuvia liikkeitä.
- Pysähtymiseen valmistautuminen tapahtuu **hidastumisvaiheessa** eli jarrutusvaiheessa. Tällöin liikkeiden rytmi muuttuu ja tasainen rytmikkyys katoaa.

Askelpituus – yksilöllinen

- Yksilön askelpituus riippuu hänen alaraajojensa pituudesta, lantion rakenteesta, nopeiden ja hitaiden lihassolujen jakaumasta ja lihasvoimasta.
- Aikuisella miehellä askelpituus on keskimäärin 70–75 senttimetriä, naisella hieman vähemmän, mikä johtuu naisen pienemmästä koosta.

Askelpituus – yksilöllinen

- Aikuisen askelpituus alkaa lyhentyä hyvin hitaasti 20–25 ikävuoden jälkeen.
- Seitsemänvuotiaan lapsen askelpituus on noin 48 senttimetriä, nelivuotiaan 39 senttimetriä ja yksivuotiaan 20 senttimetriä.



Askelleveys – yksilöllinen

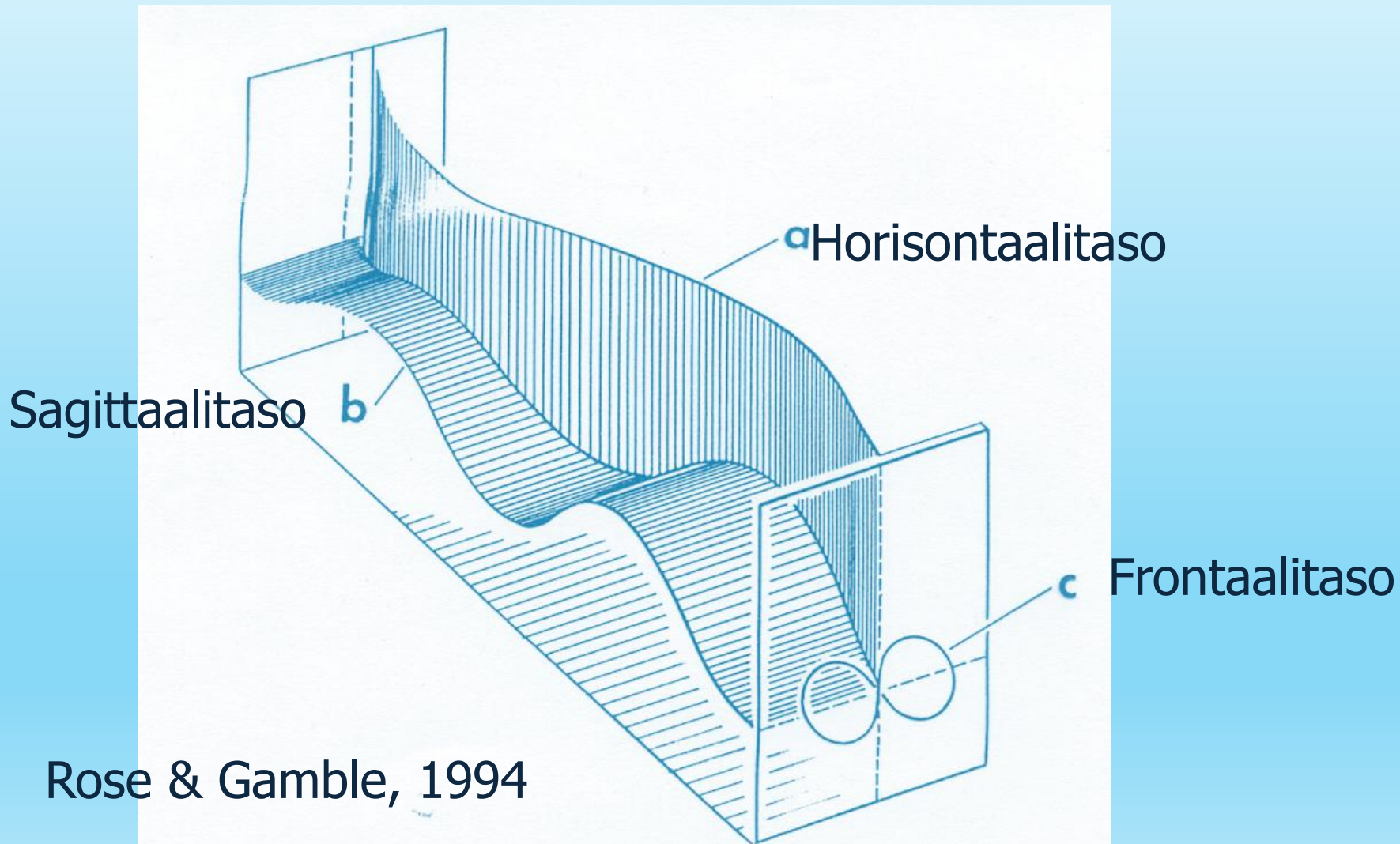
- Askelleveyteen vaikuttavat esimerkiksi yksilön lantion leveys, reisiluun kaulan kulma, raajojen pituus, polvien varusvalgus -poikkeamat, lonkkaniveltä ympäröivä lihastasapaino, jalkojen vahvuus ja lihashallinta, tasapainon hallinta sekä kävelyalustan kaltevuus ja liukkaus.

Askelleveys – yksilöllinen



- Ikääntyneet ihmiset kävelevät jalat etäällä toisistaan säilyttääkseen tasapainonsa paremmin.
- Voimailijoiden paksut reisilihakset leventävät askelta.
- Liian kapea askel voi olla opittu virhe tai oire liian heikoista lonkan loitontajalihaksista.

Kehon massakeskipisteen liike kolmella tasolla kävelyn aikana

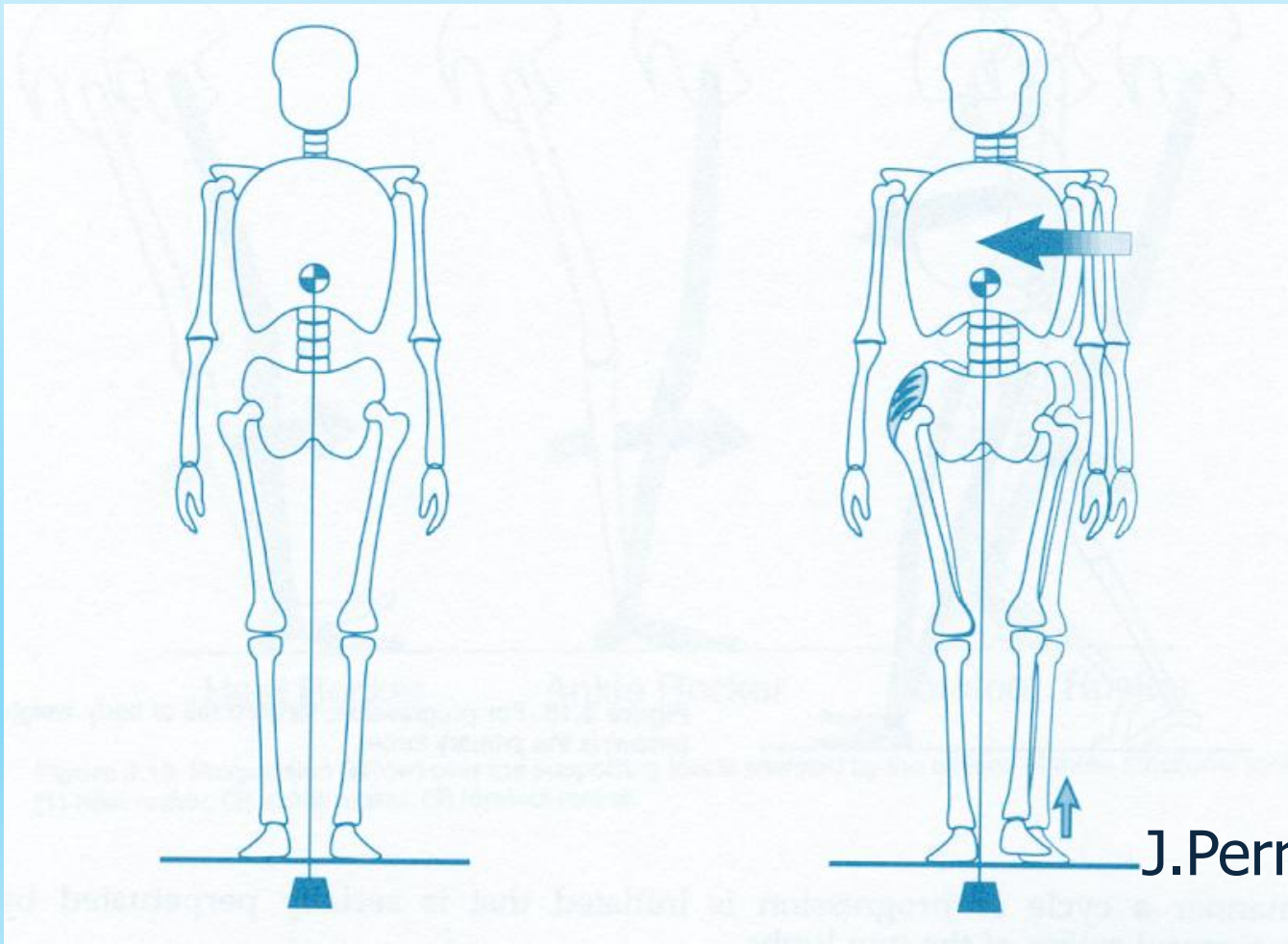


Rose & Gamble, 1994

Normaalin kävelyn elementit

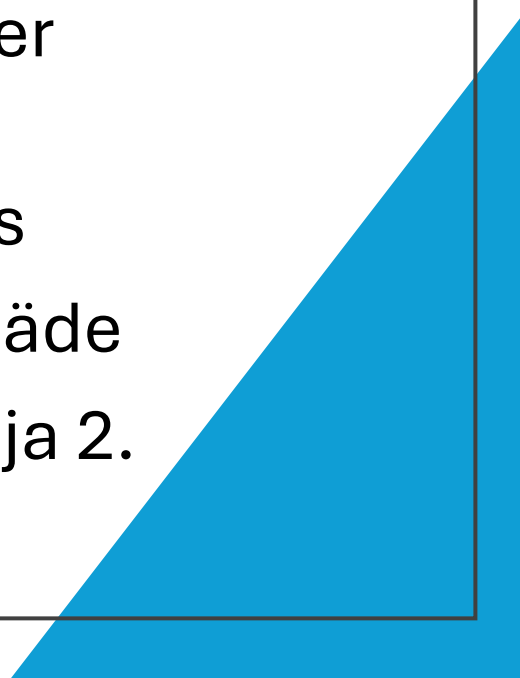
- Painonsiirto; post-ant / med-later
- Jalan suunta suhteessa liikkeen suuntaan
- Kolmen pisteen tasapaino yhdellä jalalla
- Askelpituus; jokaisella luonnollinen askelpituus
- TC-nivelen liikkuvuus; yksi jouston perusteista

Painonsiirto on osa ihmisen normaalia liikettä kävelyssä ja juoksussa



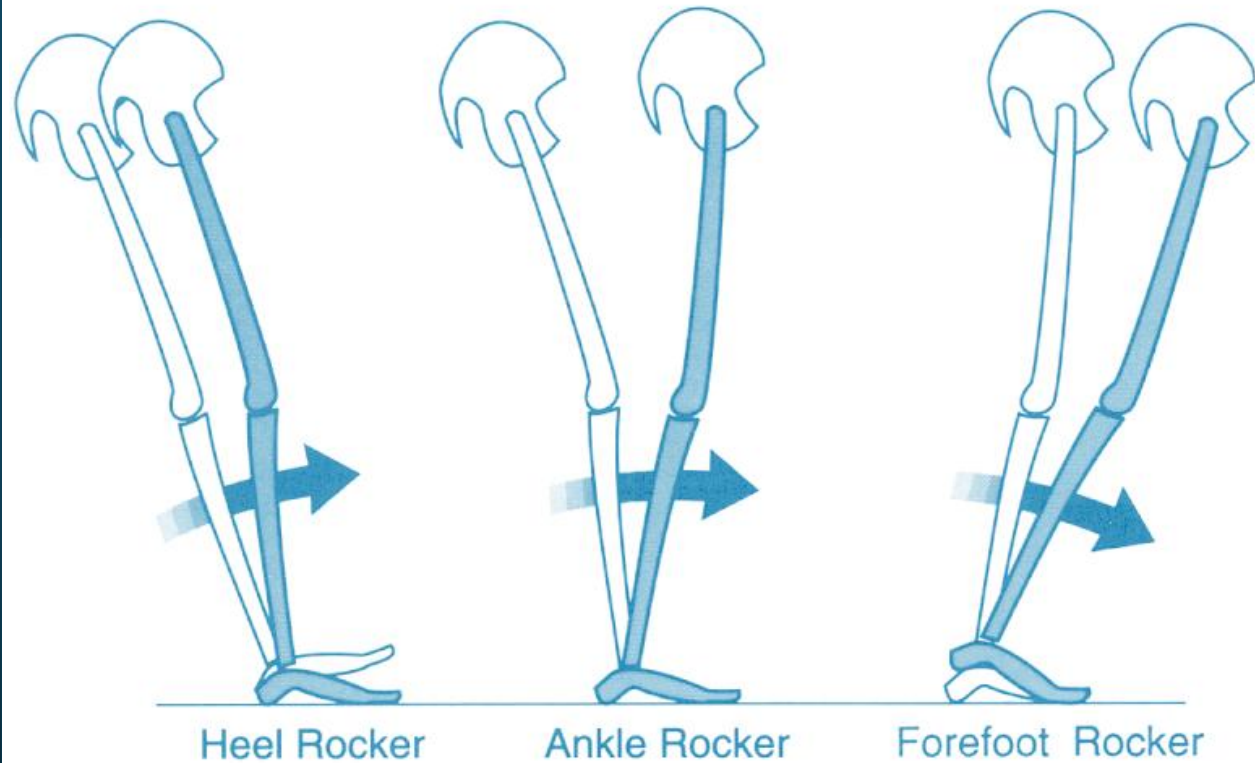
J.Perry, 1992.

Normaalin kävelyn elementit

- Subtalari-niveleen eversio eli joustopronaatio
 - Calcaneo-cuboidaali jousto ja later deviaatio
 - Jalan keskiosan jousto ja tukevuus
 - Jalan etuosan voima; 1.säde + 2.säde
 - Ponnistuksen suuntautuminen 1. ja 2. päkiän välistä
- 

J.Perry, 1992

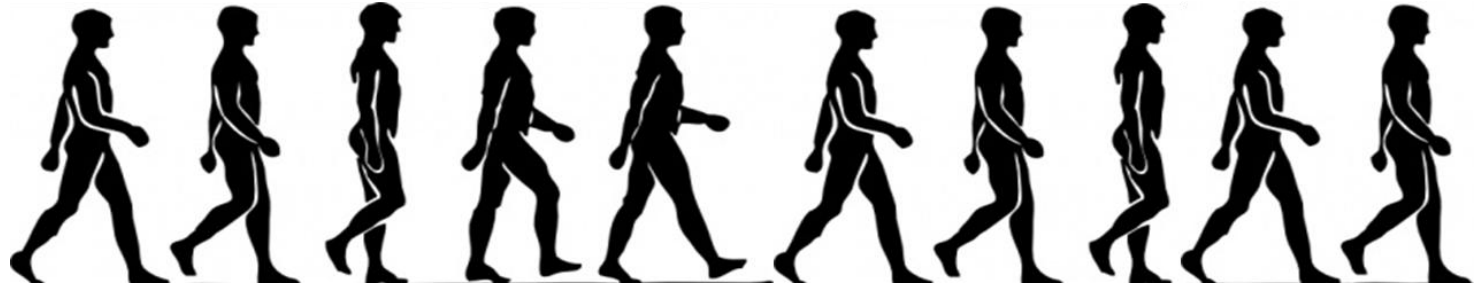
Askelen kolme keinustrategiaa






Kävelyn analysointi ja johtopäätökset

Erota toisistaan kävelyn eri tyyliä ja varsinainen kävelyn tekniikka ja puhdas biomekaniikka



Kävelyn vaiheet

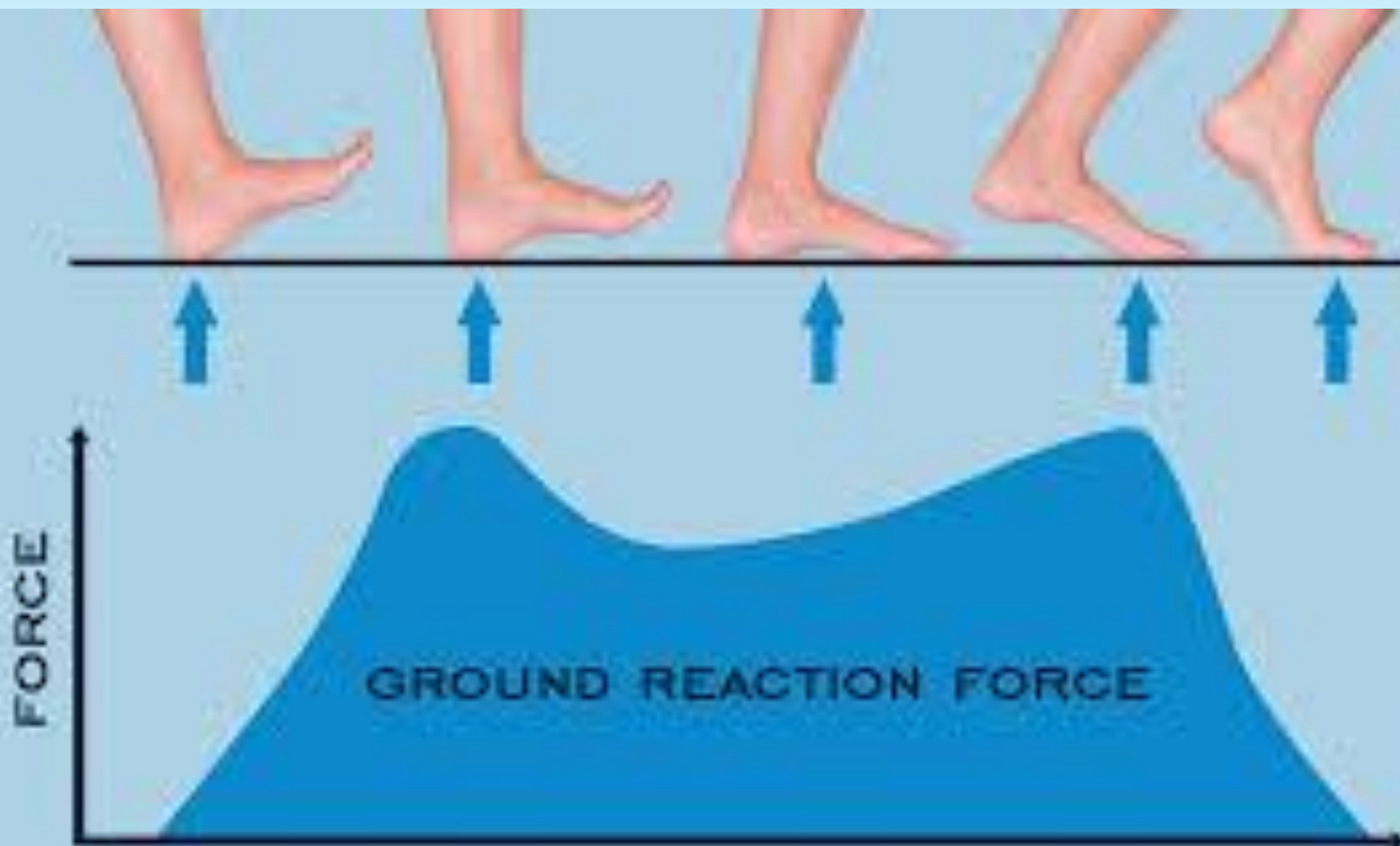
- Yksi askelsykli muodostuu yhden askelparin aikana tapahtuvasta liikkeestä.
- Se jaetaan tukivaiheisiin ja heilahdusvaiheisiin.



Kävelyn ja juoksun jousimekanismit

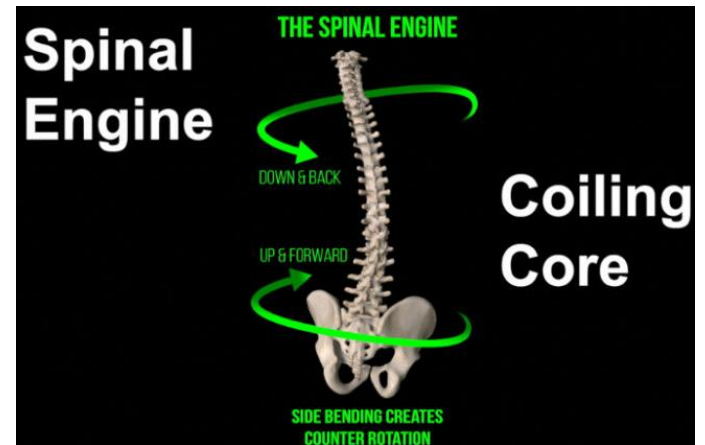
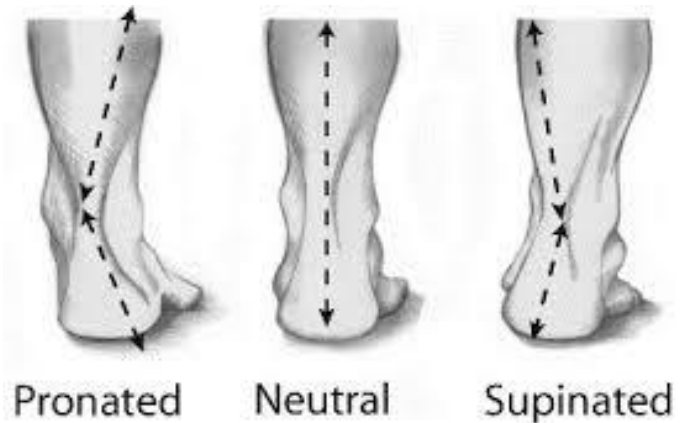
- Elastinen energia kudoksissa → säästää kudoksia ja energiaa eli lihastyötä
 - Kävelyn energiankulutus säästeliästä: marssikävely vs. joustava kävely
 - Normaalikävelyssä energiankulutus hyvin alhaista (vauhti kiirehtimätön)
-

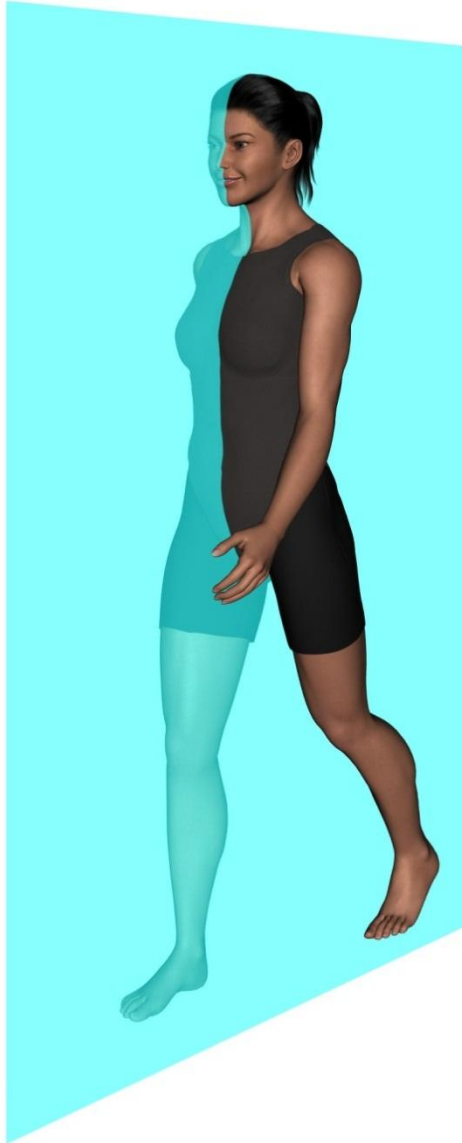
Alustan reaktiivoimat



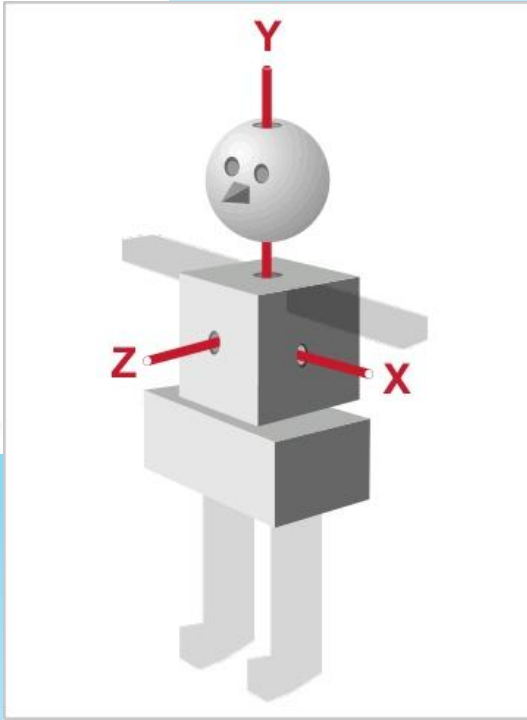
Kävelyn mikro-liikkeet

- Varpaiden liikkeet
- 3D pronaatio – supinaatio
- Polven ja lonkan rotaatiot
- Lantion liikkeet 3D
- Rangan liikkeet; vastarotaatiot
- Hartiarenkaan liikkeet
- Olkanivelen rotaatiot
- C-Th-ylimenorotaatiot





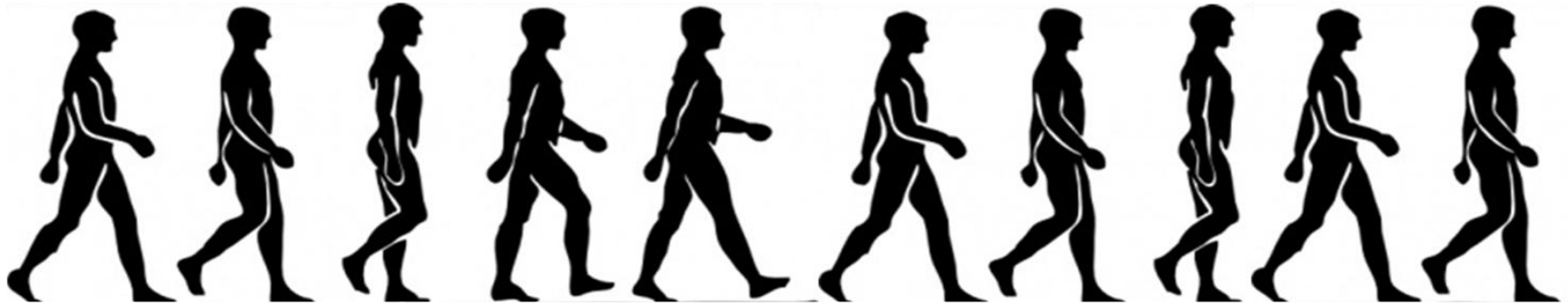
L
I
I
K
E
T
A
S
O
T



Sagittaalitaso

Frontaalitaso

Horisontaalitaso



Askelsykli =
100 % =
noin 1 sec

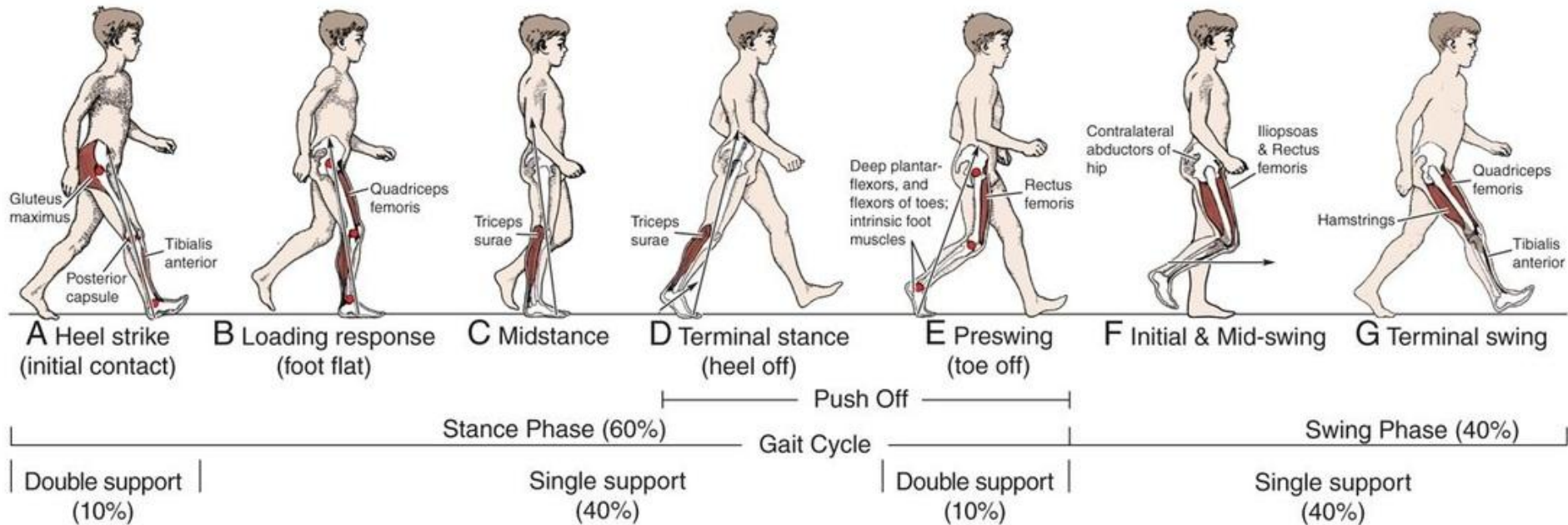
- Aloitus: Jalka osuu alustalle
- Päätös: Sama jalka osuu alustalle uudelleen
- Stance & Swing = Tukivaihe ja heilahdusvaihe



Kävelyn terminologia

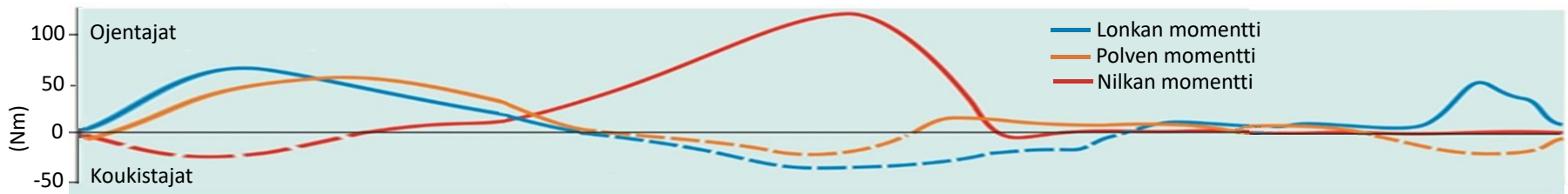
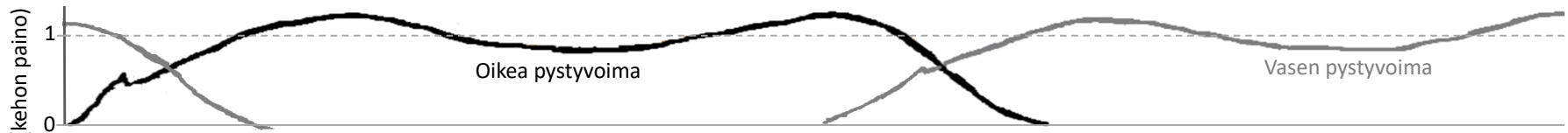
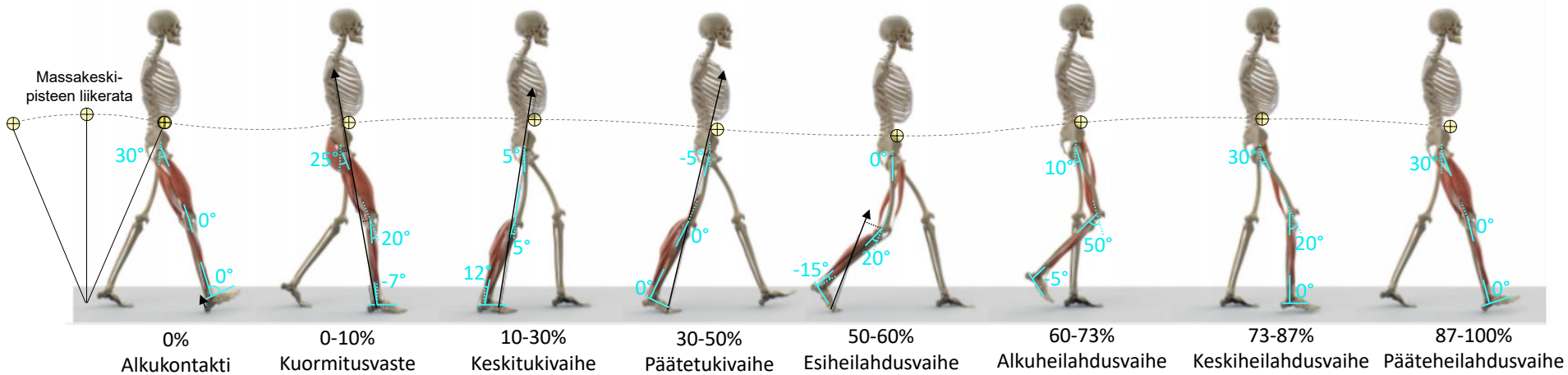
- Kävelyn terminologia on vaihdellut vuosikymmenien aikana.
- 1990-luvun alussa tutkimus oli jo edennyt niin pitkälle, että tuntui tärkeältä vaihtaa vanhat termit uusiin kuvaamaan paremmin vaiheiden tapahtumia.
- Nykyisin on vallalla Jacqueline Perryn “Gait Analysis”-kirjassa vuodelta 1992 käyttämä **kahdeksan vaiheen terminologia**.

Vanhat ja uudet termit kävelyn vaiheille



Kävelyn analyysi vaiheittain

Tietoa voidaan kerätä runsaasti yhdestä syklistä



Liikkumisen
tavoite:
”normaalius
”

Kävelyn 8 vaihetta =
normaaliuden peili

Taparyhti / tottumus
liikkeeseen, vääräänkin

Traumaperäinen → ”trauma-
refleksi”

Neurologis-peräinen

Strukturaalinen; poikkeamat,
muutokset

Tukivaihe / Stance

Iskunvaimennus – tasapaino – eteneminen

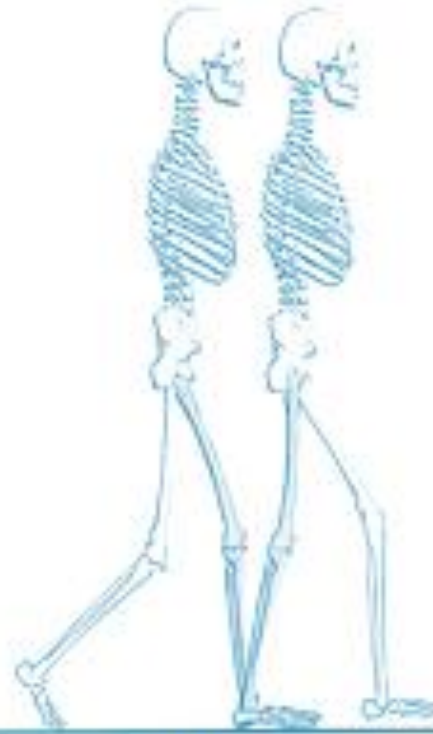
<http://www.ptonthenet.com/images/articles/gait-cycle-1.jpg>



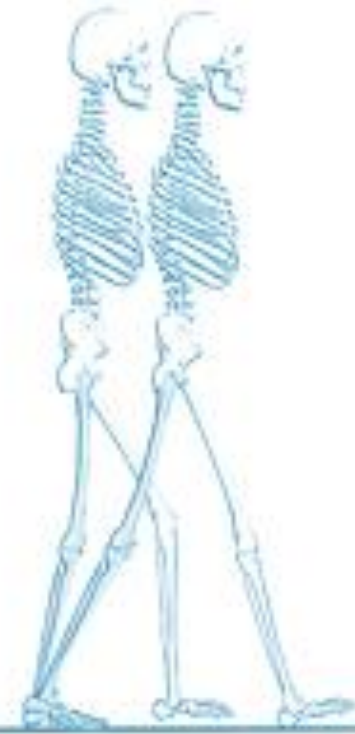
Initial Contact
0-5%



Loading Response
5-13%



Mid Stance
13-30%

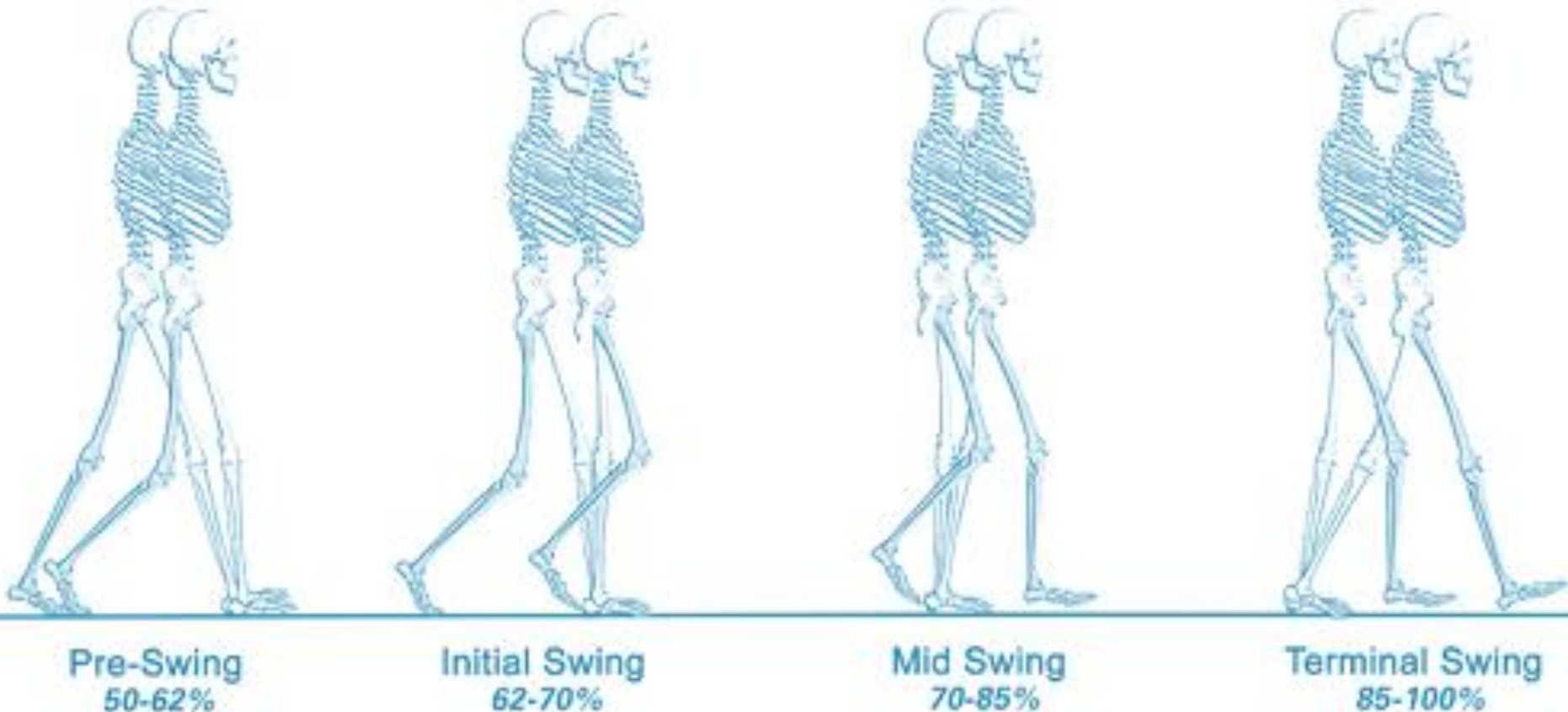


Terminal Stance
30-50%

Heilahdusvaihe / Swing

Heilahduksen alku – tasapaino – raajan eteneminen

<http://www.ptonthenet.com/images/articles/gait-cycle-2.jpg>



Kävelyn vaiheet ja % syklistä

Alkukontakti 0-2 % - KTV (aloittaa 2-tukivaiheen)

Kuormitusvaste 0-10 % - KTV

Keskituki 10-30 % - YTV

Päätöstuki 30-50 % - YTV (Lopussa ponnistus)

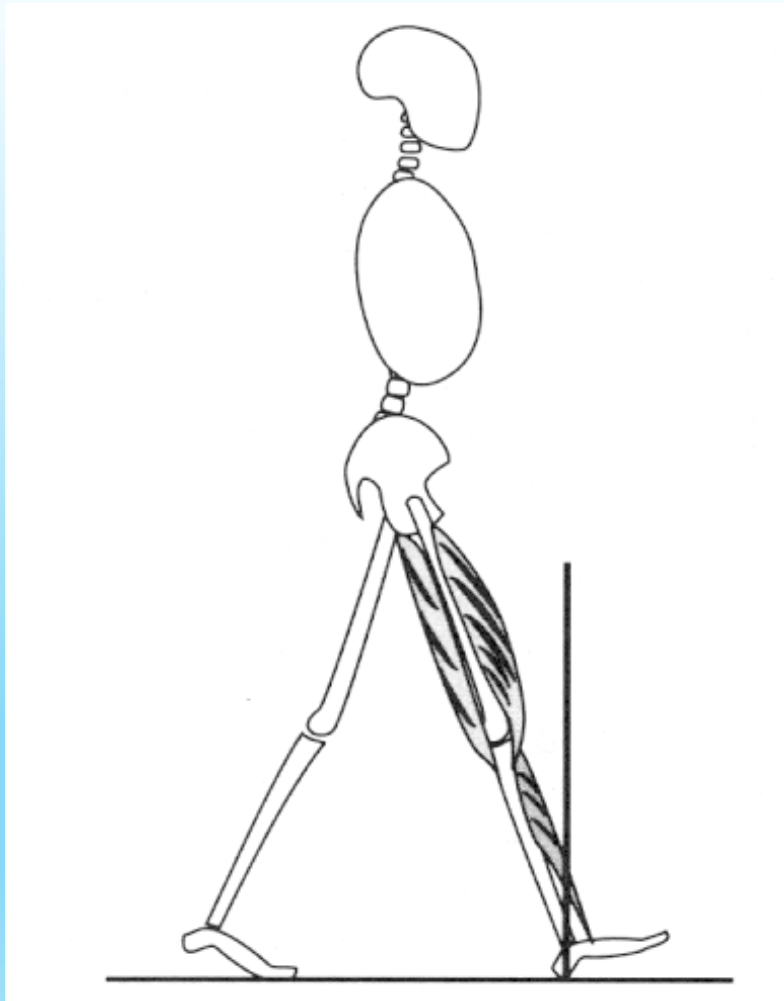
Esiheilahdus 50-60 % -KTV

Alkuheilahdus 60-73 % - YTV

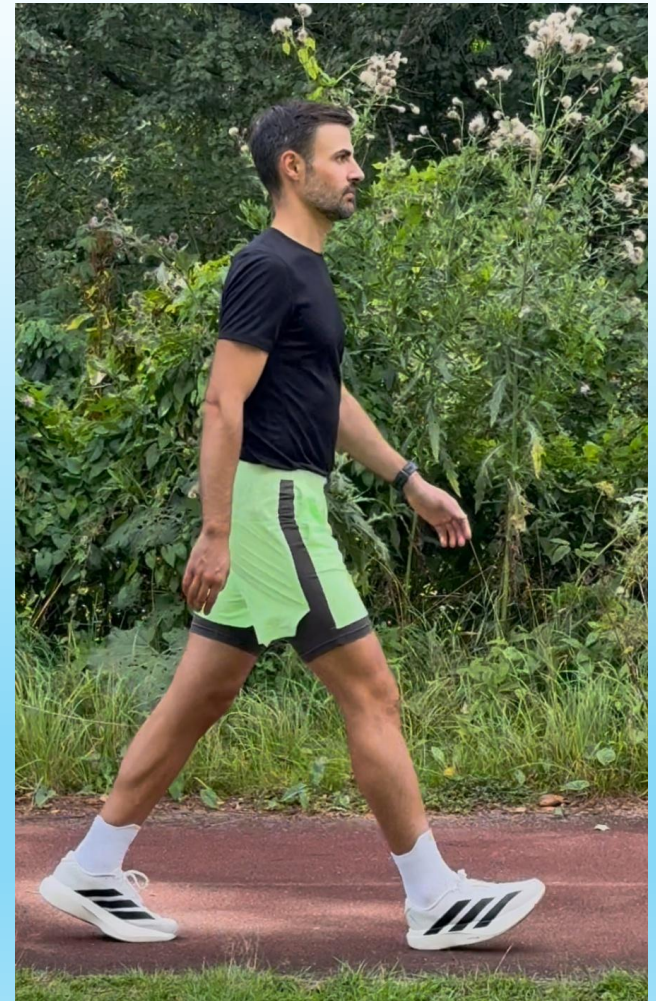
Keskiheilahdus 73-87 % - YTV

Loppuheilahdus 87-100 % -YTV (päätyy 2-tukivaiheeseen)

Alkukontaktivaihe 0-2 % syklistä Sagittaalitasolla



J.Perry, 1992.

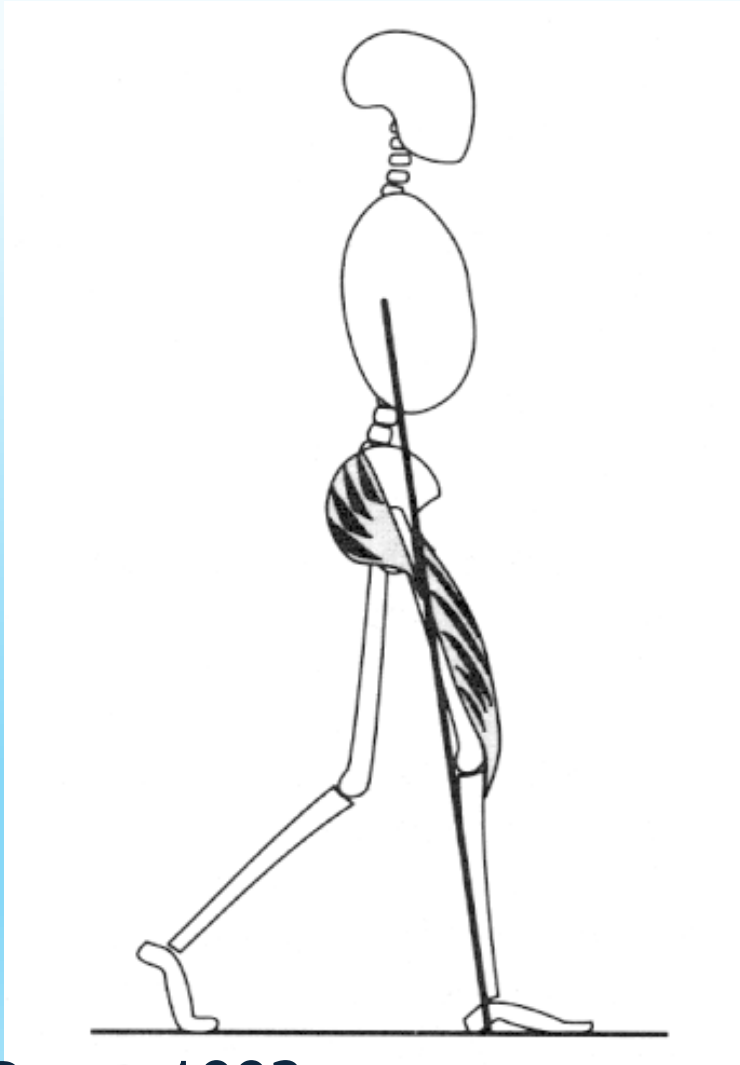


Ahonen, 2025

Alkukontakti vai kantaisku?

- Kantapään lentoradan vauhti ja kiihtyvyys juuri ennen jalan osumista alustalle ovat vertikaalisesti käytännössä nolla ja horisontaalisuunnassakin hyvin alhainen. Tällaiset tutkimukselliset löydökset herättävät kysymyksen, miksi monet tutkijat kutsuvat tätä alkukontaktivaihetta edelleen termillä ”kantaisku”. (Winter, D A, 1992).

Kuormitusvasteen vaihe 0-10 %

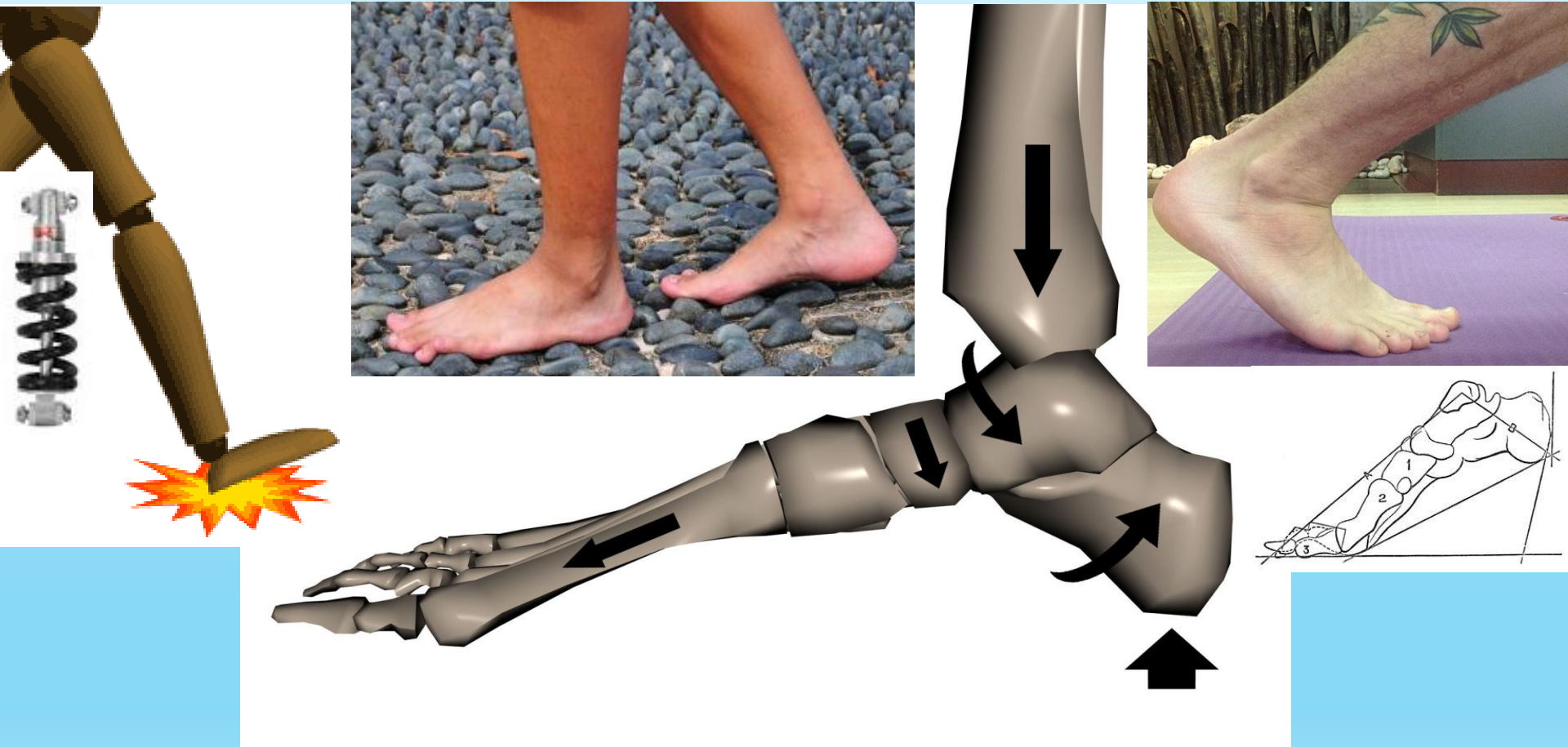


J.Perry, 1992.



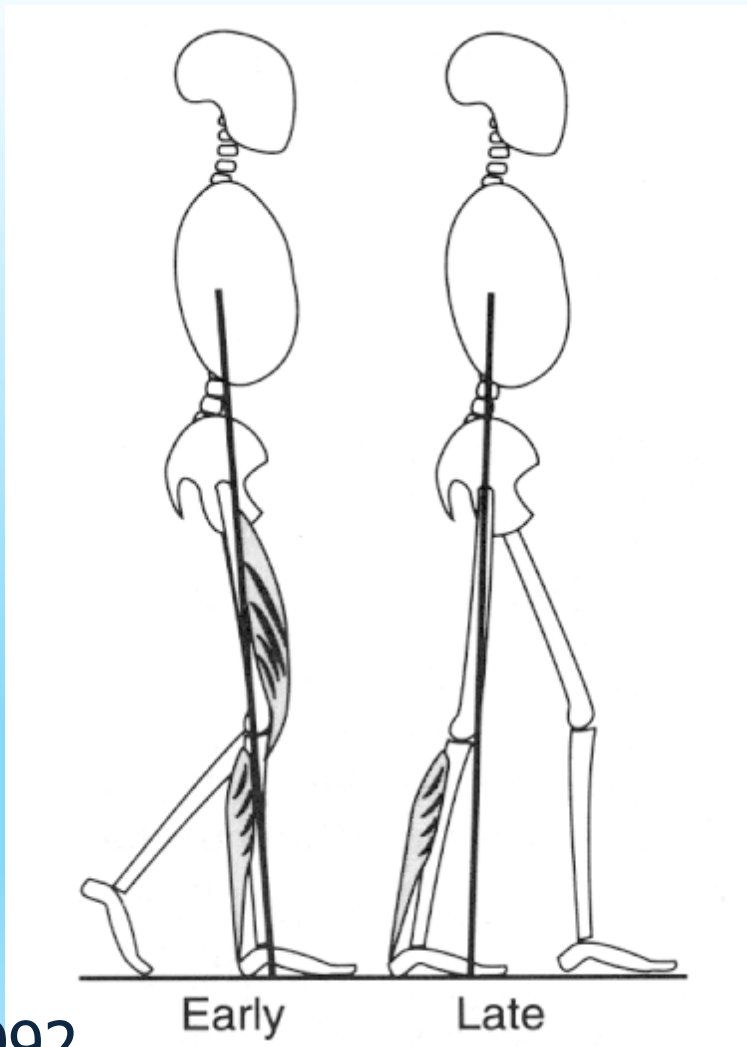
Ahonen, 2025

Jalan tehtävät

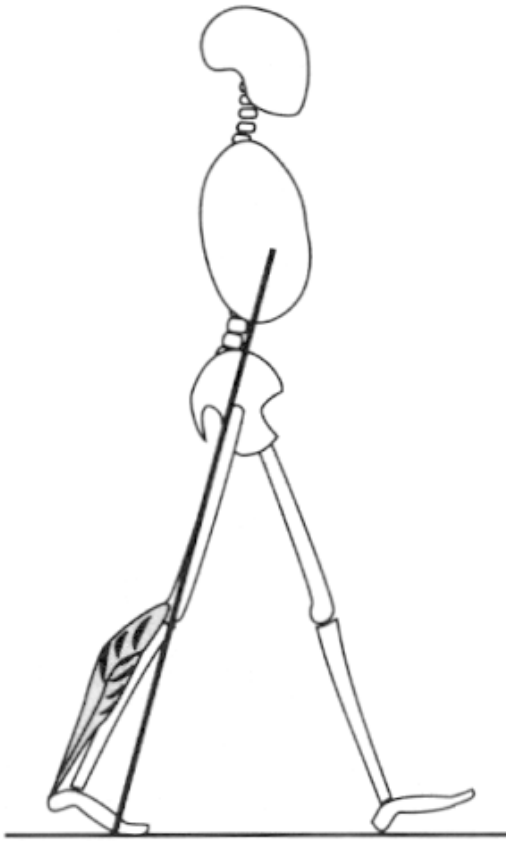


Iskunvaimennus - Alustalle mukautuminen - Jämäkkä vipuvarsi ponnistuksessa

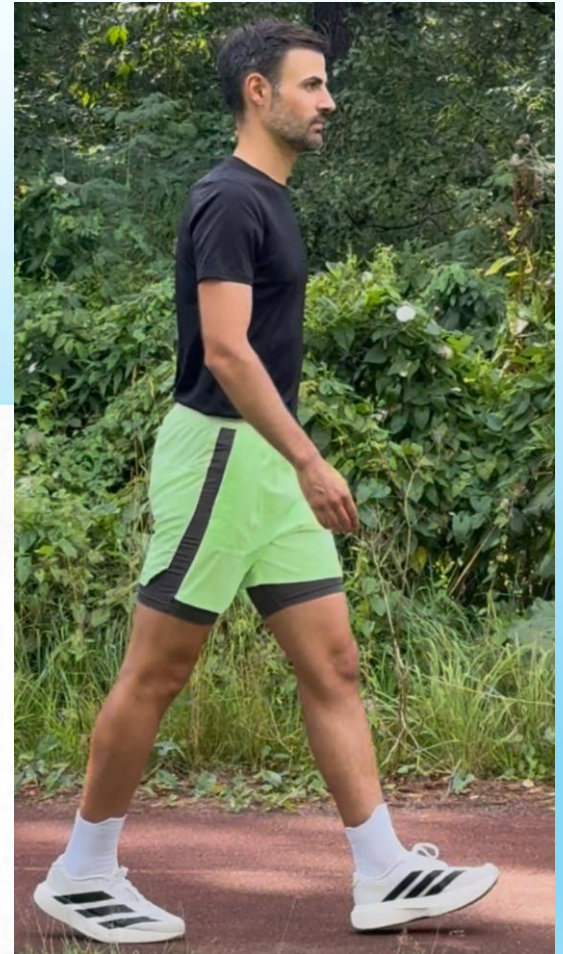
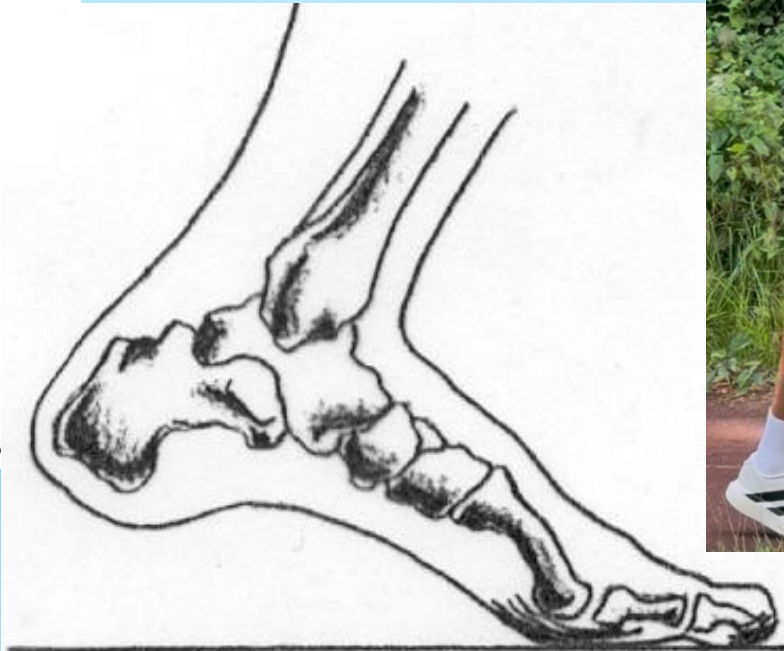
Keskitukivaihe 10-30 % syklistä (varhainen ja myöhäinen)



Päätöstukivaihe 30-50 %

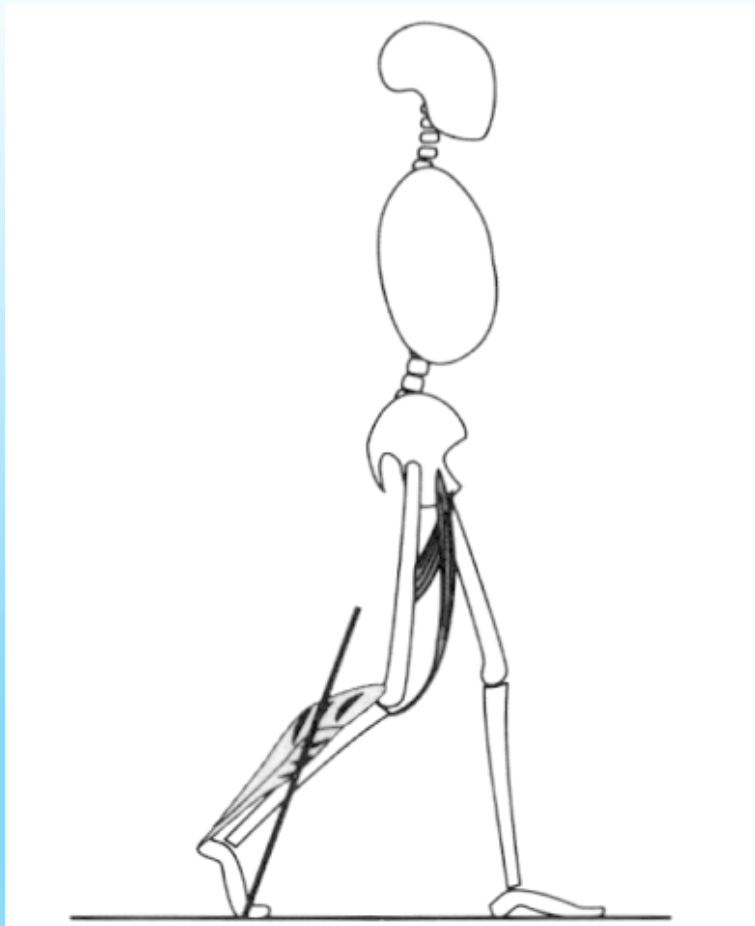


J.Perry, 1992.



Ahonen, 2025

Esiheilähdusvaihe 50-60 %



J.Perry, 1992.



Ahonen, 2025

Alkuheilahdusvaihe 60-73 %

- 60-73 % syklistä
- Jalka heilahtaa toisen jalan rinnalle
- Vapaa alaraajan heiluriliike
- Vaiheessa tapahtuu paljon etenemistä



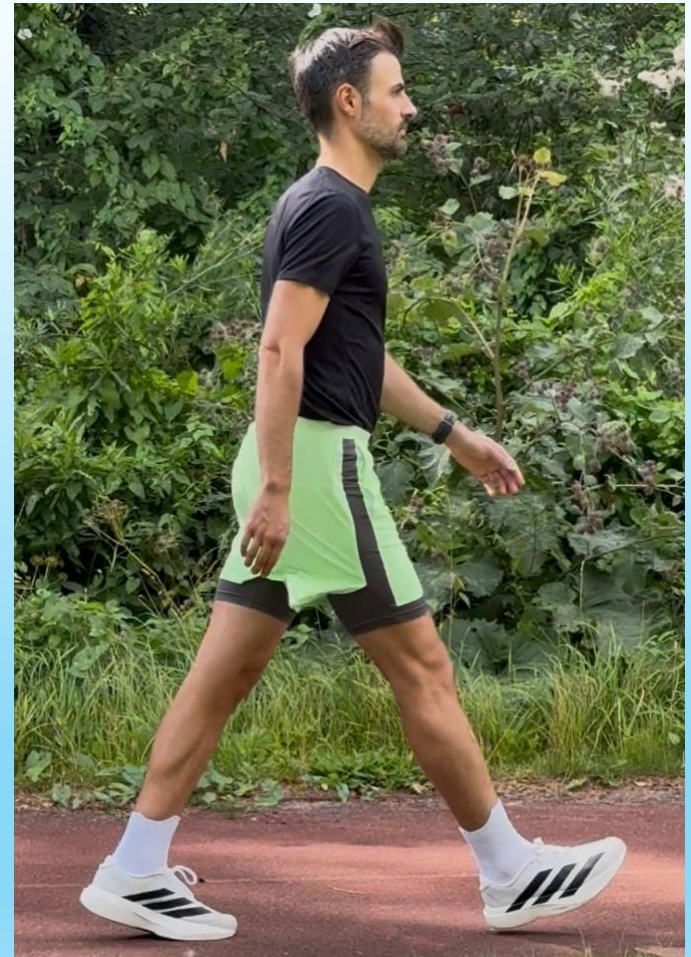
Keskiheilahdusvaihe 73-87 %

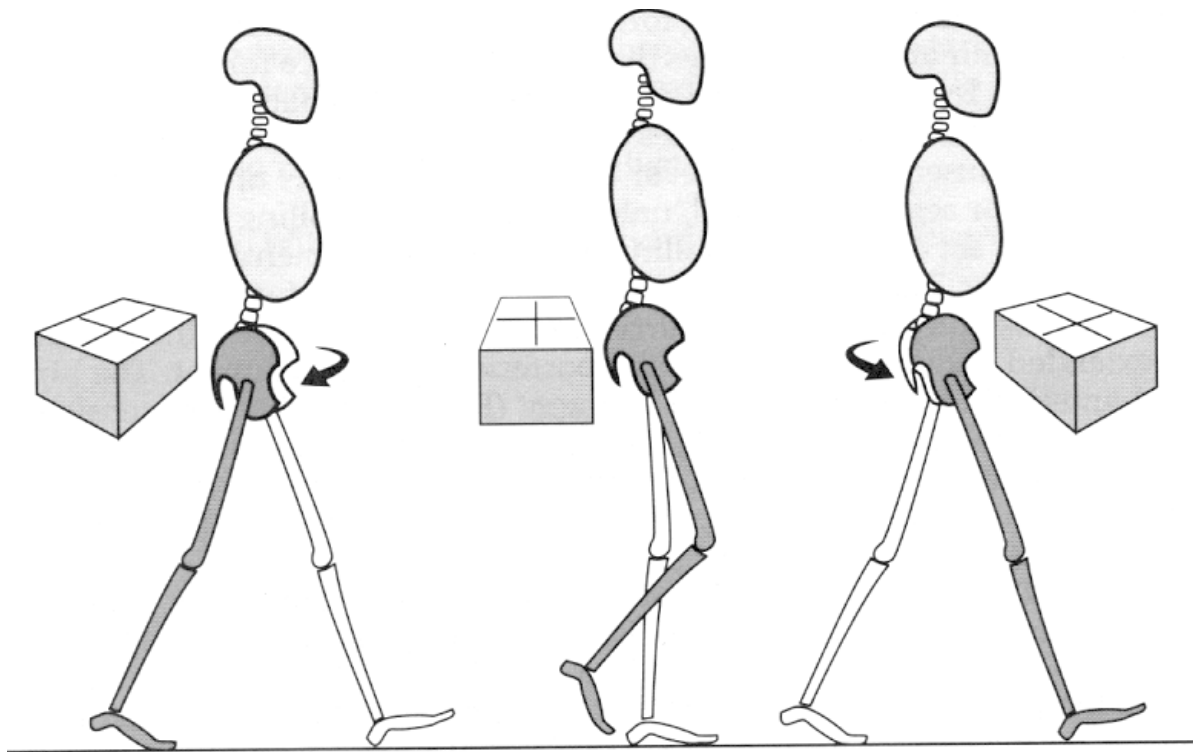
- 73-87 % syklistä
- Säari heilahtaa pystysuoraan
- Eteneminen hitaampaa
- Nilkka aloittaa koukistumisen



Loppuheilahdusvaihe 87-100 %

- 87-100 % syklistä
- Sääri ojentuu
- Lopuksi kanta osuu alustaan
- Takareisi ja pakara aloittavat aktiivisen toiminnan





Lantion
kierrot
horisontaali-
tasolla
askelen
aikana

J.Perry, 1992.

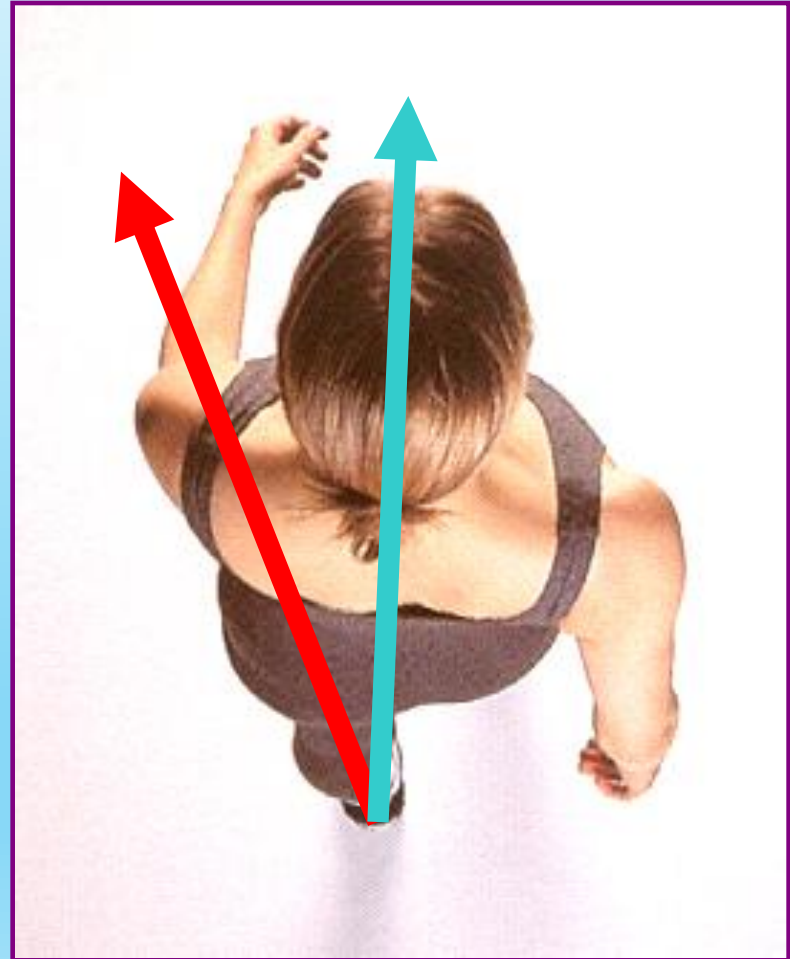
Vastakierto lantion ja rintakehän välillä

- Lantion ja rintakehän liikkeiden puute on hyvin yleistä ja jättää kävelystä pois yhden sen tärkeimmistä elementeistä, lantion ja rintakehän kierron horisontaalitasolla.
- Se vaikuttaa myös raajojen käyttöön.



Hartioiden ja rintarangan kiertyminen vertikaaliakselilla

- Hartioiden kierto kompensoi lantion luonnollisia kiertoliikkeitä.
- Lantion kiertoakseli poikkeaa rangan kiertoakselista ja se tulee huomioida harjoittelussa.



Take Home Message!

“The sum of the whole is this: walk and be happy, walk and be healthy.” – Charles Dickens

