



Biomekanisk Terapi

ETIOLOGY

MANUAL FOR GANGANALYSE OG BEVEGELSE PROFIL

What do we look after in a gait analysis?

We have registered 30 different gait profiles on one and the same person under different situations.

We have identified 18 factors in shoes that can trigger, maintain or aggravate foot, leg and knee problems.

We have identified and located more than 60 foot, leg and knee problems that are directly related to shoes, walking profile.

PODOLOGY

April 2, 2014

Author of: Terje Haugaa

Innledning.

En kvalitativ ganganalyse (Gait analysis) inkluderer mennesket gående i sitt "naturlige" miljø i de skoene som primært benyttes. Det er skrevet mange bøker, kompendier om teorier i dette fagfeltet, men analysen er i hovedsak gående barbent. Jeg skriver en manual i dette fagfeltet basert på hva som erfaringsvis fungerer "best".

Som Biomekanisk forsker for Bata Industrials siden 2006 har jeg fått tilgang til et fagmiljø innen sko som er helt unikt. Dette gjør oss i stand til å teste ut mennesket gående barbent, og med sko. Vi kan også måle dette ved hjelp av high speed kamra, e-med, datapedografi, og EPIOS. Med disse testene vet vi hvordan sko endrer eller påvirker gangmønsteret vårt.

Før en ganganalyse utføres må de biomekanisk føringstestene utføres for å klassifisere bevegelse i fotens ledd.

All opplesning på teori både på makro og mikronivå finner du i meny 3 Ganganalyse med alle undermenyer. I tillegg finner du kompendier som dekker dette. Du må også se High speed filmen av gange.

I denne manualen går jeg rett over på hva du skal se etter i foten, leggen, kneet, låret, bekkenet, ryggen, og armene når vi går.

Litt om ganganalysens inndeling.

Det er viktig at man ikke legger gangens inndeling til grunn i en ganganalyse. Ved en ganganalyse deler vi gangen inn i tre faser. Når foten treffer bakken (*fase 1*), når foten står vertikalt (*fase 2*), og når vi sparker fra (*fase 3*). Disse fasene er i henhold til Intervall 1 til 3. Disse tre intervallene (*se meny 3.1 – se fotens intervaller*) er bedre faglig fundamentert i terminologi. En gangavvikling fra fase 1 til 3 skjer i løpet av ½ sekund, på dette halve sekundet skal du observere: ergonomiske egenskaper til skoen, steglengde, bekkenrotasjon, armsving, impaktvinkel, ekstensjon/fleksjon i kne, varus valgus i fot og kne, og mer.

Disse kunnskapene er et absolutt for å forstå hvordan en sko kan endre eller forstyrre den optimale gange, og fotens krav til biomekanisk funksjon.

Fra gangprofil til ganganalyse.

Ganganalysen er basert på gangprofilene. Gangprofil er den måten du går på i forskjellige situasjoner, vi sier at ett menneske kan ha opptil 30 forskjellige gangprofiler alt etter situasjon, slik som: gå i oppoverbakke, eller nedoverbakke, bærer håndveske, skulderveske, ryggsekk, eller at du går på mykt underlag (*sandstrand barbent*) i forhold til hardt underlag med sko. Dette kan gi: fremoverbøyd (*falle gange*), bakoverbøyd (*bremsegange*), stiv gange, haltende, korte steg, lange steg, joggende gange, slow step, føttene invertert, føttene evertert, tågange, hælange, med kraft, motkraft, smal sporet eller bred sporet (se "*sporbredde*" meny 4 fig 27). Diagonal gange med riktig rotasjon i bekken og rygg (*pendler armene*). Dette er noen av de variablene som må inkluderes i en gangprofil. Vi vet også at type arbeid og virksomhet har betydning for gangprofilen (se meny 3.6.2).

Det vi har registrert som majoritet i gangprofil er korte steg, og rettfrem med fotbladet. Dette i seg selv disponerer for: nedsatt windlassfunksjon, nedsatt dorsalfleksjon av fotbladet aktivt og passivt, nedsatt ekstensjon i hofta. Vi ser mange som benytter sko som påvirker eller endrer den "normale" gangprofilene og ganganalysen negativt (se meny 6.3, og egen manual på EPIOS test av sko). Vi benytter i dag Datapedografisk analyse for å supplere ganganalysen (se meny 7, egen manual for datapedografi).

Når du som behandler skal utføre en kvalifisert analyse er det flere forhold som må inkluderes (se meny 4. diagnose). Du må være klar over alle faktorer som kan endre gangen, gangprofilen. Det er et uttrykk som sier "å se på data, og du finner fakta". Det er det du skal gjøre. Det meste handler om forholdet mellom kraft og motkraft.

Ganganalysen fra makro til mikronivå.

Rillene i huden (papillarlinjene - fingeravtrykket) har forskjellig retning i hælen (*deselerasjon*) og forfoten (*akselerasjon*). Hælen huden går bakover og knoklene fremover (se side 6 fig 12). Rillene er sentral i fotens friksjon til underlaget.

Når vi setter hælen i bakken utløses det flere biomekaniske aktiviteter. Først vil fettvevet på hælen ekspandere (utvide) ca 1 til 1,5 centimeter i bredden, for å fordele mest mulig belastning over en større flate. De første 0,4-0,9 millisekundene (se meny 3.1 se fotens intervaller fig 1) har vi en "peak" som indikerer kraften ved det absolutte impakt. Fra denne "peaken" går subtalarleddet fra varus til valgus (se meny 3.1 intervaller fig 2), nå er musklene som har forløp under sustentaculumtali aktive (*m.tib.post, m.flex. dig.long, m. flex hall.long*), og m. tibialis anterior posisjonerer foten i en "liten" supinasjon slik at impaktet kommer lateralt på hælen (se meny 3.1 intervaller fig 5.). Det er friksjonen mellom fot og underlag som stabiliserer impaktet (*rillene i vevet på hælen*), når du går med sko er det friksjonen mellom skoen og underlaget, og mellom foten og skoen som stabiliserer (se meny 6).

Nå er intervall 1 aktivert ved hjelp av bevegelsen fra varus til valgus i subtalarleddet (*støtabsorpsjonsapparatet*). M. tibialis anterior sammen med peroneus longus, og m.ext digitorum longus kontrollerer fotens plantare bevegelse over til intervall 2. M. peroneus longus pronerer nå foten slik at vi får en vektoverføring fra lateralsiden til medialsiden (*torsjon*).

Torsjonen aktiverer også Chopart's (*Calcaneus cuboideum og talus naviculare*) og Lisfranc leddlinje (*metatarsal tarsal linjen*) (se fig 5.1 fig 1, og torsjonen 3 fig 26).

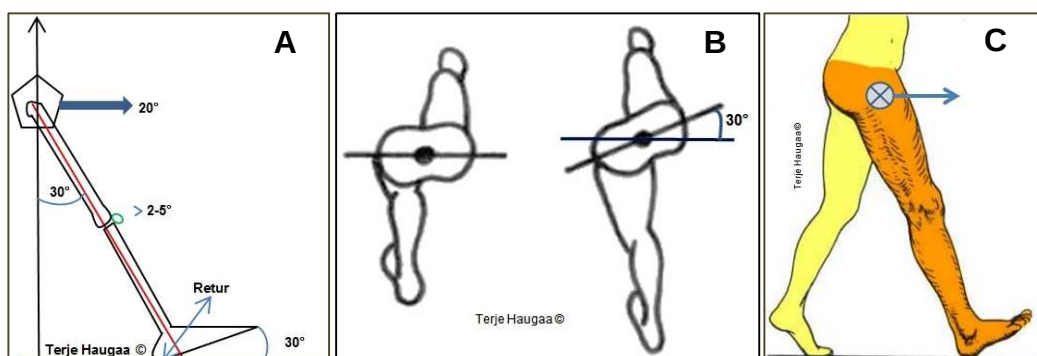
Chopart's og Lisfranc leddlinje er sentral i fotens fleksibilitet når vi løfter hælen fra underlaget (*kan sees på High speed film*), denne fleksibiliteten er sentral i etableringen av Windlassfunksjonen.

Ved avspark (*toe off*) er alle plantare strukturer "spent opp som en bue" som følge av dorsalfleksjon av tærne når foten "ruller", og hælen løftes.

Intervall 1: Impakt. Deselerasjon

Du må ha satt deg inn i meny 3 for å få utbytte av denne presentasjonen. Nivået ved impakt er (se meny 3, undermeny: se intervallene, fig 1) denne "peak - toppen" den kritiske fasen. Som har en varighet på 0,10 – 0,15 ms. Selve steget har en varighet på ca 576 ms (meny 3.1 fig 1). I denne fasen er det bakkemottrykket (GRF) som er ca 3G som kan skade. I løpet av et halvt sekund observasjon skal du se og observere følgende:

1. **Observer underekstremiteten fra siden.** Vinkel mellom fotblad og underlag skal være ca 30°. Denne vinkelen er resultat av fleksjonen i hoften (*ingen aktiv dorsalfleksjon i foten ved impakt*).
 - a. **Bekken:** Horisontal ventralrotasjon ca 20°
 - b. **Hofte/femur:** Flektert ca 30°
 - c. **Kneet:** Lett flektert (ca 2-5°)
 - d. **Foten:** 15° evertet. Kraften går vertikalt/horisontalt fremover
 - e. **Armer:** Diagonal pendel på ca 30°



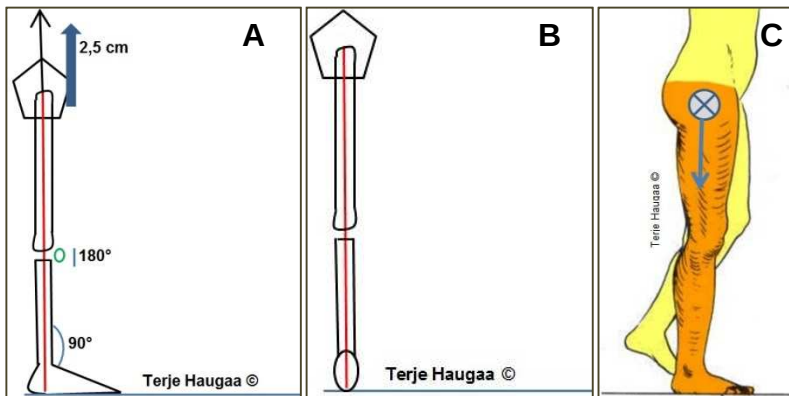
A. Viser de målbare vinklene i underekstremiteten. Retur menes at impaktet kan også komme når foten er i retur. B. Viser rotasjon i bekken ved impakt. C. Viser bekkenrotasjon, og kraftretning ved normal steglengde.

2. **Observer bakfra:** Impaktet kommer lateralt på hælen (*sko eller fot*). Vi har en "normal" varus i hælen ved impakt, og en funksjonell valgus på 2-5° når vi står. Hælen skal "rulle" fra impakt til flat fot i en kontrollert bevegelse. At man går med energien, og ikke mot.
3. **Observer forfra:** Underekstremiteten med foten har en eversjon på 10-15° (se meny 3, fig 25 og 26). Torsjon i foten sees når avviklingen går til toe off.

Intervall 2: Flat fot. Vertikal vektbærene

Fra intervall 1 til 2 er det en deselerasjon (*nedbremsing*) og absorpsjons fase. Her er all energi absorbert og fordelt, det er tyngdetrykket (*BW*) som nå avgjørende. Fra dette intervallet endres kraftretningen i foten.

1. **Observer underekstremiteten fra siden.** Vinkel mellom fotblad og underlag skal være ca 90°.
 - a. **Bekken:** Vertikal bevegelse 2,5 cm
 - b. **Hofte/femur:** Posisjon ca 180°
 - c. **Kneet:** Fra lett flektert til full ekstensjon
 - d. **Foten:** Full kontakt med plantigrad. Kraften vertikalt.
 - e. **Armer:** Fot og arm møtes i pendel posisjon på 180°



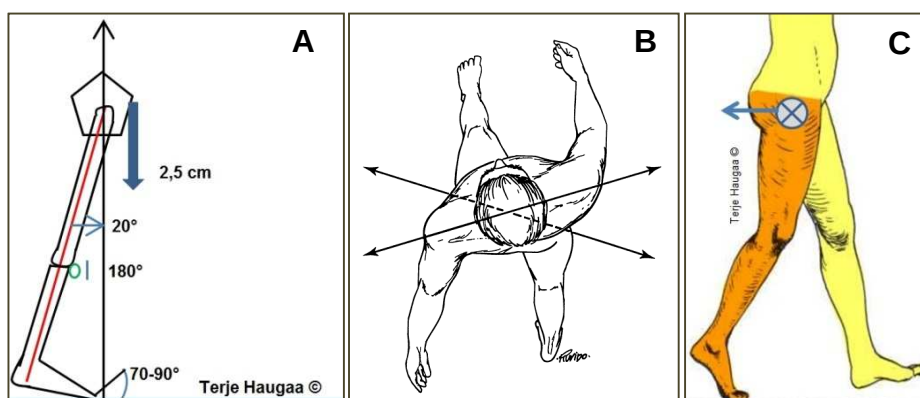
A. Viser vertikal bevegelse, og vinkler i underekstremiteten. B. Viser underekstremiteten bakfra Os calcaneus i close packed position. C. Viser trykkretning i stand foten.

2. **Observer bakfra:** At foten ikke har applanasjon i mediale bue. Hælen er posisjonert rettakset. Ikke akseavvik i kne.
3. **Observer forfra:** Underekstremiteten med foten har en eversjon på 10-15° (se meny 3, fig 25 og 26). Torsjon i foten sees når avviklingen går til toe off.

Intervall 3: Avspark. Akselerasjon

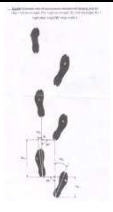
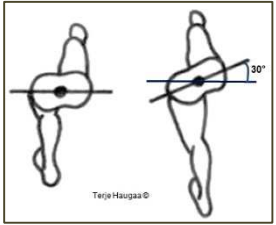
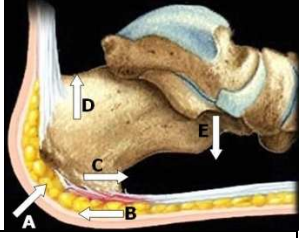
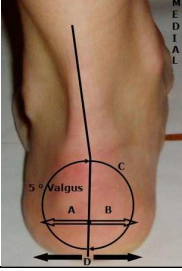
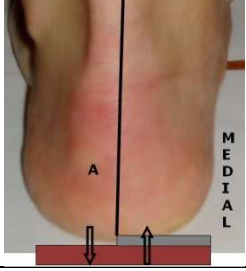
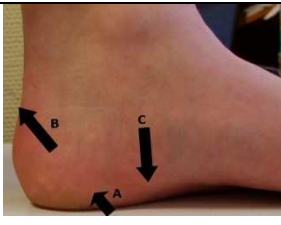
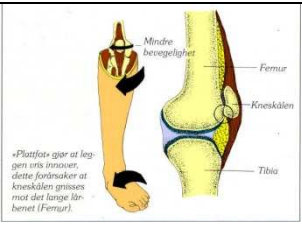
Fra intervall 2 til 3 går det nå over til akselerasjonsfasen her går trykket motsatt av intervall 1 (se side 6 fig 12). Når får vi full uttelling av bue spenningen og fleksibiliteten i foten slik at foten spenner i fra i toe off. Vi har en rulling fra intervall 2 til intervall 3 som "stopper" i området caput metatarsalia.

1. **Observer foten fra siden.** Hælen skal være lengst mulig i kontakt med underlaget, før hælen løftes. Metatarsophalangialleddet vinkels til 70-90° (se meny 5.5 fig 5) i toe off (avsparket).
 - a. **Bekken:** Horisontal dorsal bevegelse
 - b. **Hofte/femur:** Posisjon ca 200°
 - c. **Kneet:** Full ekstensjon
 - d. **Foten:** Avspark ut stortåa. Kraften går Vertikal/horisontal bakover
 - e. **Armer:** Armen fremført i maksimal stilling



A. Viser de målbare vinklene i underekstremiteten. Foten skal "rulle" fra forfoten til toe off. B. Viser rotasjon ved "pendel" av armene. C. Viser bekkenrotasjon, og kraftretning i toe off.

2. **Observer bakfra:** At hælen er i kontakt med underlaget lengst mulig, bekkenet trukket bakover (*god rotasjon*), ekstendert kne og hofte.
3. **Observer forfra:** Toe off ved ca 70-90° i stortåa. Riktig akse i underekstremiteten. God rytme og avspark.

			
Fig 1. Fot og sko forskjellig retning	Fig 2. Friksjon i hælen på skoen.	Fig 3. Hælkappe og lengde på hæl (og B)	Fig 4. Fotstilling når du går.
			
Fig 5. 90° hæl	Fig 6. Avrundet hæl	Fig 7. Integrert gel	Fig 8. Bananform
			
Fig 9. Slitemerker på yttersåle	Fig 10. Bekkenrotasjon når vi går.	Fig 11. Impaktområdet på hælen	Fig 12. Impakt og mekanikk i hælen
			
Fig 13. Impaktområdet på hælen	Fig 14. Funksjonell valgus i hælen 5°	Fig 15. Hælen i posisjon og låst.	Fig 16. Funksjon ved korrigering i hæl.
			
Fig 17. Bevegelse av Os naviculare	Fig 18. Bevegelse av Os cuboideum	Fig 19. Inversjon av foten	Fig 20. Eversjon av foten
			
Fig 21. Os calcaneus bevegelse	Fig 22. Konkavitet i forfot ved feil sko	Fig 23. Fotens mekanikk ved applanasjon	Fig 24. Fotstillinger målt i hæl ved feilstilling.

Ett praktisk eksempel (se meny 4 diagnose, behandlingsteori):

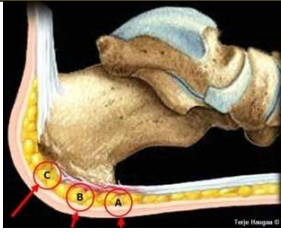
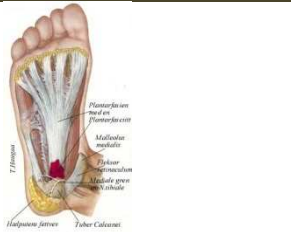
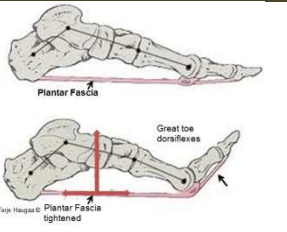
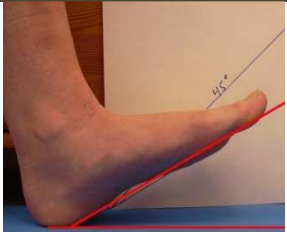
Pasienten oppsøker deg til det du diagnostiserer til smerte under hælen (*plantarfasciitt meny 4, smerter under foten valg 24*). Du innhenter data om hans forutliggende anamnese (*sykehistorie*) til hælsmerte ved å avklare at det ikke foreligger patologisk historikk Når det er konkludert med uspesifikke etiologiske faktorer, ser du etter følgende:

1. Ganganalyse.

Plantarfasciitt er en "mekanisk betinget lidelse" som kan ha en etiologisk forklaring med kort steglengde (*impaktet kommer vertikalt i utspringet til plantarfascien seg fig 24 A*). Det foreligger ofte nedsatt bevegelse i Os fibula (*reduisert dorsalfleksjon av fotbladet*), kan også være nedsatt bevegelse i ekstensormusklene i hofta.

2. Windlassfunksjon/FHL.

Nedsatt dorsalfleksjon av 1^{te} tå kan ha etiologiske faktorer som harde yttersåler på sko som gir nedsatt fleksjon av skoen, "bananform" som gir nedsatt bevegelse i Os naviculare, hardt overlær på skoen som gir redusert dorsalfleksjon av tåa (se *fig 26*).

Plantarfasciitt			
			
Fig 24. Impaktområdet i hælen kan variere.	Fig 25. Lokalisering av smertepunktet.	Fig 26. Windlass-funksjonen.	Fig 27. Dorsalfleksjonen i foten.

Behandling:

Gjenopprett normal bevegelse i føringstestene, øke steglengden noen cm, fotbladet posisjoneres i 15°, bruke armene som pendel (*fig B side 6*). Unngå sko med overdemping, innleggsåler, harde yttersåler (*fleksjonstest*), bananform, hardt overlær, boots (*high cut*). Endre impaktpunktet fra A til C (*fig 24*).

Et praktisk eksempel til der skoen er en etiologisk faktor.

Pasienten oppsøker deg for det du diagnostiserer til forfotssmerter (*Pes plano transversus*, *Morton`s metatarsalgia* er sammenfallende med *metatarsal compliance*, se meny 4 forfotssmerter, *pes plano transversus*, forskning). og kroniske leggsmerter (*shin splints*) (se meny 4 forfotssmerter nummer 28, 29, og smerter i legg om leggsmerter). Disse problemene "henger" ofte sammen. Du innhenter data om hans forutliggende anamnese (*sykehistorie*) til forfot og leggsmerter ved å avklare at det ikke foreligger patologisk historikk. Når det er konkludert med uspesifikke etiologiske faktorer, ser du etter følgende:

1. Ganganalyse

Pes plano transversus (PPT) er også å regne som en mekanisk tilstand, det vil si at tverrbuen inntar en konkavitet. Korte steg, nedsatt dorsalfleksjon i foten, nedsatt ekstensjon i hofta.

2. Sko

Låsestykket "presser" ned metatarsalknoklene, konkavitet i forpartiet, snøringen langt frem, harde yttersåler, skaft som gir motstand. Feil fleksjonslinje

Forfot, Morton`s, og leggsmerter			
			
Fig 28. Metatarsal låsing som komprimerer.	Fig 29. Konkavitet som gir forfotproblem.	Fig 30. Feil flex i sko, gir kompresjon.	Fig 31. Motvirkende krefter i dorsalfleksjon.

Behandling:

Gjenopprett normal bevegelse i foten, øk steglengden, benytt sko uten konkavitet eller negative faktorer. Benytt en innleggsåle som kompenserer for konkavitet.

Kritiske kommentarer til etablert forskning på gait analysis.

- Gående barbent
- Mangler kalibrering av fotstilling
- Laboratorium (in vitro)
- Feil stilling på foten
- Ingen har biomekaniske grunntester
- Skiller ikke mellom gait teori og gait analyse
- Mange teorier med gode grafer (over kill)
- Belyser ikke gangprofil og variabler
- Dårlig og mangelfull metodikk

NB sjekk ut:

1. lengre steg med 15 ° eller ved rett frem?
2. Lengre steg ved pendlende armer versus ikke pendlende armer
3. Har du kortere steg hvis du har hendene i lomma eller på ryggen
4. Hvordan er utbredelsen på bruk av arm som pendel
5. Lengre steg med BMS vs uten BMS