

Selkää tukeva järjestelmä

tutkimus- ja kehittämispäällikkö Jaana Suni, TtT, dosentti, ft
suunnittelija Annika Taulaniemi, THM, ft

Selkää tukeva järjestelmä

- Dia 3:** Selkärangan liikkuvuus, tukevuus, ja instabiliateetti
- Dia 4:** Selkärangan toiminnallinen yksikkö eli liikesegmentti
- Dia 5:** Selkärangan eri osien luonnolliset kaaret ja liikesuunnat
- Dia 6:** Yksittäisten nikamien väliset liikkeet selkärangan eri osissa
- Dia 7:** Liikesegmentin fysiologinen liikelaajuus
- Dia 8:** Lannerangan asennon vaikutus kuormituksen jakautuminen liikesegmentissä
- Diat 9–10:** Selkärankaa tukeva järjestelmä
- Diat 11–12:** Lihasaktiivisuuden ja koordinaation hermostollinen säätely ja säätelyn häiriöt
- Diat 13–14:** Selkärangan instabiliateetti ja sen seuraukset
- Dia 15:** Instabiliateetin aiheuttamat toiminnalliset muutokset

Selkärangan liikkuvuus, tukevuus ja instabiliteetti

- **Selkärangan kudokset** (luut, nivelsiteet, lihakset, jänteet) vaikuttavat sen
 - **liikkuvuuteen** (mobility)
 - **tukevuuteen** (stability).
- Erilaiset **vammat** ja **rappeutumismuutokset** selkärangan rakenteissa heikentävät sen tukevuutta.
- Heikentynyt selkärangan tukevuus eli **instabiliteetti** (instability) on tila, jossa selkärangan liikkeet jossain rangan osassa ovat liiallisia tai tapahtuvat epäfysiologiseen suuntaan.
- Tukevuus on edellytys selkärangan normaalille toiminnalle.

Selkärangan rakenteellinen tehtävä on suojata selkäydintä ja muita hermoston rakenteita.

Selkärangan riittävä tukevuus on edellytys

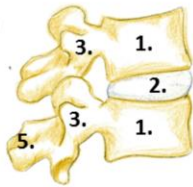
- (1) voimansiirrolle raajojen (ylä- ja alaraajat) ja vartalon välillä
- (2) aktiiviselle voimantuotolle (lihakset) vartalossa.

Lisäksi tukeva selkäranka (3) estää rangan eri osien varhaista mekaanista heikkenemistä (erilaiset degeneratiiviset rappeutumamuutokset) ja
(4) vähentää selän tukemiseen tarvittavaa lihasten energiankulutusta.

Selän normaalille tai riittävälle tukevuudelle (stabiliteetille) ei ole yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää, vaan se vaihtelee tieteenalasta ja asiantuntijaryhmästä riippuen.

Tukevuuden heikkeneminen eli instabiliteetti on keskeinen, usein tunnistamaton selkä kivun syy etenkin lanneselän alueella.

Selkärangan toiminnallinen yksikkö eli liikesegmentti

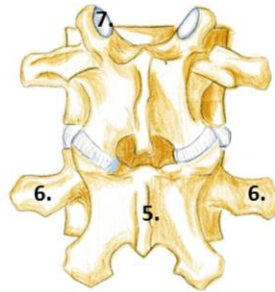


1. Nikaman solmu (corpus eli vertebral body)
2. Välilevy (discus)
3. Solmun takana nikaman kaari (lamina)
4. Nivelhaarake eli "fasetti nivel"

Nikaman kaaressa on kolmenlaisia ulokkeita (processus):

5. Taakse alas: okahaarake (proc. spinosus)
6. Sivulle: poikkihaarakeet (proc. transversus)

Ylös ja alas suuntautuvat nivelhaarakeet (2+2), joissa
7. nivelpinnat
rintanikamissa nivelpinnat kylkiluita varten



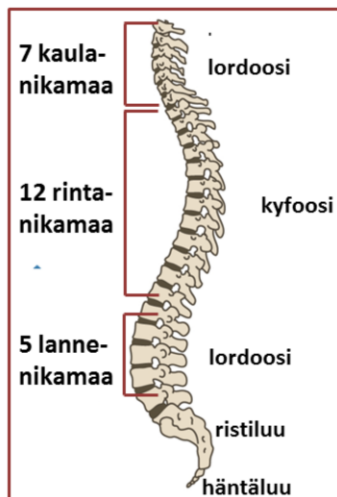
Selkärangan pienimmän toiminnallisen yksikön muodostavat kaksi päällekkäistä nikamaa ja näiden nikamasolmujen välissä oleva välilevy. Toiminnallisesti selkäranka koostuu monista liikesegmenteistä, jotka osallistuvat selkärangan liikkeisiin.

Nikamien välillä tapahtuu liikettä useaan suuntaan (eteen, taakse, sivulle, kiertosuunnassa + liukuliikkeet nivelpintojen välillä). Liikkeitä rajoittavat luiset ja pehmytkudosrakenteet eri tavoin selkärangan eri osissa.

Luussa, välilevyssä ja nivelsiteissä olevat mekanoreseptorit välittävät keskushermostolle proprioseptiivistä (tuntoaisti) tietoa, jonka avulla se koordinoi lihasten jännitystasoa, liikkeitä ja refleksejä.

Vamma missä tahansa selkärangan rakenteessa aiheuttaa jonkin asteista instabiilitettä eli selkärangan tukevuuden heikkenemistä.

Selkärangan eri osien luonnolliset kaaret ja liikesuunnat



- **Kaularanka** (cervical) on selkärangan liikkuvin osa (ks. osa 3.3. niska-hartiaseutu).
- **Rintarangan** (thoracic) yläosan liikkuvuus on suurta kiertosuunnassa, alaosan koukistus-ojennus-suunnassa. Sivutaivutusta tapahtuu tasaisesti koko rintarangassa.
- **Lannerangan** (lumbar) alueella kiertoliikettä ei tapahdu juuri lainkaan. Liikkuvuus koukistus-ojennus-suunnassa on suurta. Sivutaivutusta tapahtuu tasaisesti koko lannerangassa (paitsi alin nikamaväli L5–S1).

Selkärangan normaalit kaaret sivusuunnasta katsottuna ovat:

- kaularangan nikamien muodostama notko eli lordoosi
- pyöristynyt rintaranka eli kyfoosi
- lannerangan notko.

Nikamien (vertebrae) luinen rakenne, etenkin niiden välisten nivelhaarakenivelten (facet) asento, määrää liikkeiden suunnan ja suuruuden rangon eri osissa.

Kuorma välittyy selkärangasta ristiluun (sacrum) kautta lantiojenkaaseen ja siitä edelleen alaraajoihin lonkkanivelen kautta.

Ihmisellä häntäluu (coccyx) on surkastunut ristiluun jatke. Häntäluu murtuu toisinaan esimerkiksi kaatumisen seurauksena. Tämän aiheuttamaa kipua on toisinaan vaikea erottaa selkäkivusta.



Nikamien rakenne on erilainen rangan eri osissa – tämä vaikuttaa liikkuvuuteen:

Rintaranka

- rintarangan yläosan liikkeet ovat toiminnallisesti yhteydessä kalarangan alaosan liikkeisiin
- kylkiluut rajoittavat liikkuvuutta eteen-taakse ja sivusuunnassa
- vartalon kiertoliike tapahtuu lähes yksinomaan rintarangan liikkeenä
- rintarangan alaosan liikkeet ovat toiminnallisesti yhteydessä lannerangan liikkeisiin, kiertoliike on vähäistä

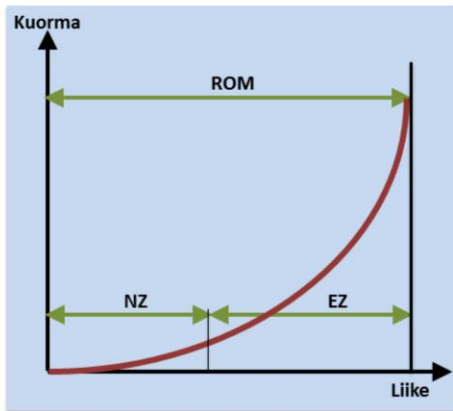
Lanneranka

- vartalon koukistus-ojennusliike on hallitseva liikesuunta
- fasettinivelten asento estää kiertosuuntaisen liikkeen lähes kokonaan

Liikesegmentin fysiologinen liikelaajuus

Kunkin **toiminnallisen yksikön eli liikesegmentin** fysiologinen liikelaajuus (ROM eli range of motion) koostuu

- neutraalialueesta (neutral zone, NZ)
- elastisesta alueesta (elastic zone, EZ).



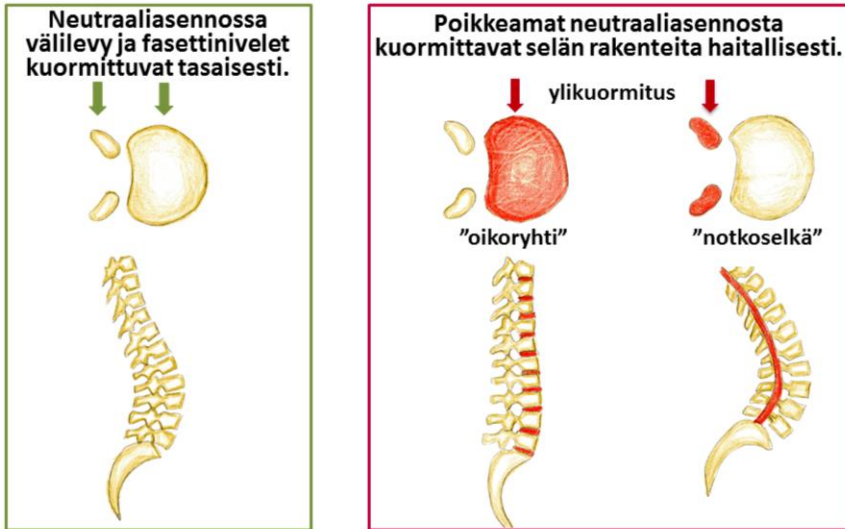
- Nikaman liike neutraaliasennosta tiettyyn suuntaan tapahtuu aluksi NZ:lla, jossa nivelsiteet, jänteet ja nivelkapselit eivät merkittävästi vastusta liikettä.
- Elastisella alueella (EZ) em. pehmytkudosten vastus liikkeelle kasvaa niiden venyttyessä.
- Kuorma (load) kasvaa nopeasti moninkertaiseksi liikkeen (displacement) kasvaessa kohti EZ:n äärialueutta.

Jokaisella selkärangan liikesegmentillä on mahdollisuus liikkua kuudessa eri tasossa, kun huomioidaan nivelten väliset yhdistetyt liikkeet (coupled motions) ja nivelpintojen liukuminen.

Jokaisella liikesuunnalla on oma liikelaajuus (range of motion; ROM), neutraalialue (neutral zone; NZ) ja elastinen alue (elastic zone; EZ).

Liikkeen jatkuessa yli elastisen alueen, kasvaa liikesegmentin mekanoreseptorien sekä myös pehmytkudosten ja nikamien vammautumisen vaara.

Lannerangan asennon vaikutus kuormituksen jakautumiseen liike-segmenteissä



UKK-instituutti

8

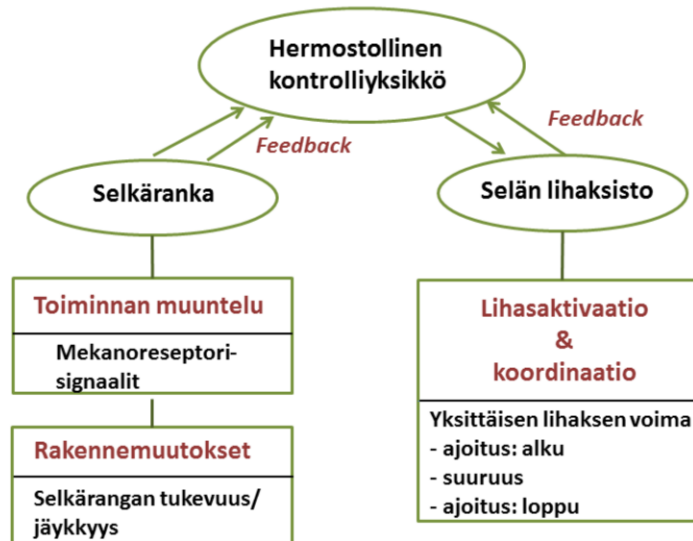
Koko selkärangan normaali ryhti (kaularangan notko, rintarangan kyfoosi), lannerangan ryhti sekä yksittäisten liike-segmenttien oikea asento ja hyvä liikkeiden hallinta neutraalialueella lisäävät selän tukevuutta ja ehkäisevät vammoilta ja erilaisilta rappeumamuutoksilta.

Kuormitus välilevyn ja fasettinivelten välillä jakautuu tasaisesti, kun selkärangassa säilyvät normaalit mutkat ja yksittäiset liike-segmentit ovat liikelaajuksiensa osalta neutraalialueella.

Lannerangan notkon suoristuminen eli "oikoryhti" lisää välilevyjen kuormitusta.

Lannerangan notkon korostuminen eli "notkoselkä" lisää fasettinivelten kuormitusta.

Selkärankaa tukeva järjestelmä



Selkärankaa tukevassa järjestelmässä on kolme toisiinsa vaikuttavaa osajärjestelmää:

- (1) selkäranka/passiivinen osatekijä (the column or passive subsystem)
- (2) lihakset ja jänteet (the muscles and tendons or active subsystem)
- (3) hermostollinen kontrolliyksikkö (the unit of central nervous control).

Luut, välilevy ja nivelsiteet rajoittavat yksittäisen liikesegmentin liikelaajuutta elastisella alueen (elastic zone; EZ) ääriajoilla (vrt. dia 4). Ne lähettävät mekanoreseptoreidensa avulla jatkuvaa tietoa selän kuormituksesta (loads), liikkeistä (motions) ja asennosta (posture).

Aktiivinen järjestelmä (lihakset ja jänteet) ja keskushermosto kontrolloivat liikesegmenttien liikettä neutraalialueella, jossa nivelsiteiden ja muiden passiivisten pehmytkudosten liikettä vastustavat voimat ovat pieniä.

1) Passiivinen: selkärangan nikamat, välilevyt, nivelsiteet

- ilman lihasten tukea selkäranka menettää tukevuutensa jo hyvin pienen puristavan kuormituksen (noin 80 Newtonia) voimasta

2) Aktiivinen: lihakset ja jänteet

- lihasten yhtäaikainen supistuminen on tärkein tekijä, jolla selkärankaa (sen eri osia ja liikesegmenttejä) tuetaan

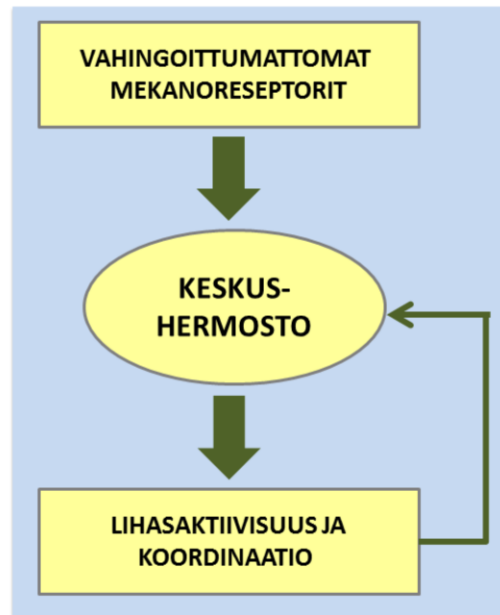
3) Hermostollinen säätely: keskushermosto, selkäydin

- tarkkaan säädellyt lihasten aktivaatio- ja rekrytointimallit*
- muuttuvat koko ajan tehtävästä riippuen

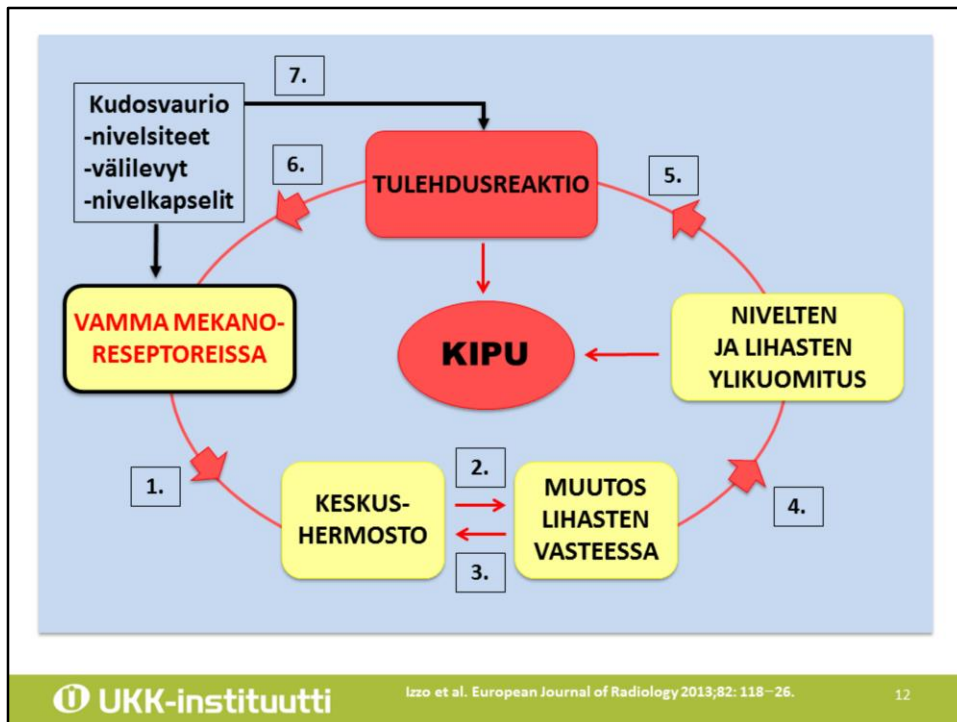
→ optimaalinen selkärangan tukevuus, liikkuvuus ja voimantuotto (moment generation)

*Rekrytointi eli lihasten motoristen yksiköiden käyttöönotto.

**Selkärangan
liikesegmenttien
lihasaktiivisuuden
ja koordinaation
hermostollinen
säätely**



Terveen selän lihaksista, jänteistä ja pehmytkudosten mekanoreseptoreista kulkee keskushermostolle jatkuva ”proprioseptiivinen” tietovirta liikesegmenttien asennosta, liikkeistä ja kuormituksesta. Tällöin keskushermoston vaste tilanteeseen on tarkoituksenmukainen ja koordinoitu lihasaktiivisuus.



Vamma (damage) liike-segmentin nivelsiteiden, välilevyjen tai nivelkapseleiden mekanoreseptoreissa johtaa

- (1) virheelliseen viestinvälitykseen liike-segmenttien ja keskushermoston välillä
- (2) muutoksiin lihas-tensiivissä ja koordinaatiossa
- (3) normaalista poikkeavaan palautetietoon lihaksilta keskushermostoon.

Muutokset/puutteet lihasaktiivisuudessa johtavat

- (4) nivelten ja tiettyjen lihas-tensiivien ylikuormittumiseen.

- (5) Nivelten ja lihas-tensiivien ylikuormitus lisää tulehdusreaktion varaa aiheuttamalla uuden kudosvaurion tai (6) pahentamalla jo aiemmin tapahtunutta (7) kudosvauriota.

Kudosvaurioon liittyy aina jonkin asteinen tulehdusreaktio, joka aktivoi kipua aistivat hermopäätteet (nociceptors). Tästä seuraa äkillinen eli akuutti selkäkipu. Jos tulehdusreaktio ja kipu toistuvat, voi kehittyä kierre (vicious cycle), joka johtaa kivun pitkittymiseen eli krooniseen selkäkipuun.

Mekanoreseptorit voivat vaurioitua, vaikka selvää kudosvauriota pehmytkudoksissa ei olisi tapahtunut. Esimerkki tästä on pitkäaikainen istuminen alaselkä pyöreänä, jolloin selän puolen pehmytkudokset venyvät hiljalleen liikaa (creep). Tällöin mekanoreseptoreiden normaali toiminta häiriintyy ja viestit keskushermostoon häiriintyvät. Riittäväällä levolla ja välttämällä mainittua haitallista kuormitusta (istuminen selkä pyöreänä) mekanoreseptoreiden toiminta voi palautua normaaliksi.

Selkärangan instabiliteetti ja sen seuraukset

Toiminnallisesti selkärangan tukevuuden puute (instabiliteetti) johtuu lihasjäykkyyden (stiffness) puutteesta

- johtaa liialliseen tai epänormaaliin liikkeeseen liikesegmenttien välillä.

Mitä seuraamuksia sillä on, että liikesegmentin asento ei säily neutraalilla tai elastisella alueella?

- hermostollisen säätelyn häiriintyminen (mekanoresptorit)
- kudosten muodonmuutos (deformation)
- kipu, joka estää toiminnan

Jatkuvat virheasennot liikesegmenteissä (esim. ryhtivirheet) johtavat kudosten muodonmuutoksen:

→ toisen puolen kudokset ovat lyhentyneessä ja toisen puolen venyneessä tilassa.

Lyhentyneet puristuksessa olevat kudokset ”kuivuvat” (dehydrate), lyhenevät (contracture) ja niiden kyky välittää kuormia (translate loads) heikkenee.

Myös venytyksessä olevat kudokset ”kuivuvat,” niissä tapahtuu virumista (creep eli pysyvä pidentyminen) ja ne menettävät kykynsä passiivisesti vastustaa venytystä. Lisäksi kudosten mekanoreseptorien toiminta heikkenee.

Voimantuotto ja välitys kineettisissä ketjuissa heikkenee.

Selkävaivoja kokeneilla on todettu erilaisissa fyysisissä toiminnoissa muutoksia liikemalleissa. Osa muutoksista on ”epänormaaleja” verrattuna vastaaviin terveiltä mitattuihin malleihin.

Alentunut vartalonlihasten kestävyys ja voima heikentävät selän stabiiliteettia entisestään.

Jatkuvat virheasennot liikesegmenteissä (esim. ryhtivirheet) johtavat kudosten muodonmuutokseen:

- toisen puolen kudokset ovat lyhentyneessä tilassa
- toisen puolen kudokset ovat venyneessä tilassa.

Lyhentyneet, puristuksessa olevat kudokset

- "kuivuvat" (dehydrate)
- lyhenevät (contracture)
- kyky välittää kuormia (translate loads) heikkenee.

Pidentyneet, venytyksessä olevat kudokset

- "kuivuvat"
- viruvat (creep eli pysyvä pidentyminen)
- menettävät kykynsä vastustaa venytystä
- menettävät mekanoreseptoriensa toimintakyvyn.

Instabiliteetin aiheuttamat toiminnalliset muutokset

Toiminnallisesti selkärangan tukevuuden puute (instabiliteetti) johtaa

- heikentyneeseen voimantuottoon ja sen välitykseen kineettisissä ketjuissa.

Selkäkipuja kokeneilla on todettu erilaisissa fyysisissä toiminnoissa

- muutoksia liikemalleissa, jotka ovat "epänormaaleina" verrattuna vastaaviin terveiltä mitattuihin liikemalleihin
- alentunutta vartalonlihasten hallintaa, kestävyys ja voima
- **selän stabiiliteetin heikkeneminen entisestään.**