

Nivelruston rakenne ja sen muutokset nivelrikossa

Nivelrusto on toisiinsa niveltuvien luiden päässä sijaitseva kudos, joka vaimentaa luihin kohdistuvaa rasitusta nivelen liikkuttaessa. Suurimmat voimat kohdistuvat luonnollisesti suurinta painoa kantaviin jalan ja lonkan niveliin. Tämä kuormitusta tasaava ominaisuus on tärkeä nivelruston tehtävä, jonka mahdollistavat nivelruston sisältämien makromolekyylien rakenne ja jakaantuminen.

Nivelruston merkittävimmät molekyylit ovat kollageeni ja aggregaani-nimiset proteoglykaanit. Proteoglykaanit ovat molekyylejä, joihin on sitoutunut jopa 200-300 pitkää glykosaminoglykaani-nimistä sokeriketjua. Näiden sokeriketjujen rakenneosana on negatiivisesti varautuneita sulfaatti- ja uronihapporyhmiä, jotka varauksensa vuoksi sitovat itseensä paljon vettä Na-ionien välityksellä. Vaikka aggregaani-itsessään ovat jo suuria molekyylejä, ne muodostavat vielä suurempia molekyyliryppäitä sitoutuessaan hyaluronaanin kanssa. Tämä aiemmin hyaluronihappona tunnettu sokeriketju pystyy

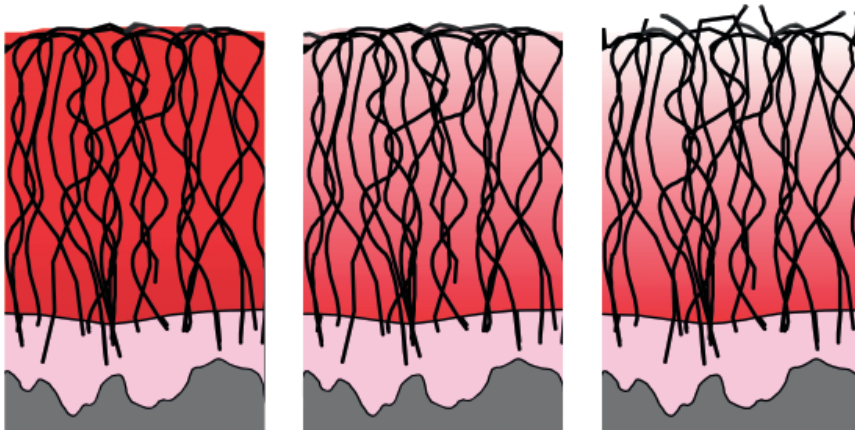
sitomaan itseensä vähintäänkin kymmeniä aggregaani-molekyylejä muodostaen rakenteen, joka voidaan nähdä elektronimikroskoopilla erikoistekniikoita käyttäen.

Perusrakennusaine kollageeni

Kollageeni on yksi elimistömme runsaimmin esiintyvistä molekyyleistä, joita tunnetaan jo lähes 30 eri tyyppiä. Ensimmäisenä



tunnistettu tyypin I kollageeni esiintyy muun muassa luussa ja jänteissä. Rustossa esiintyy sille lähes pelkästään ominainen tyypin II kollageeni, joka muodostaa tarkkaan määrättyllä tavalla rakentuvan verkkorakenteen. Aggregaanit pysyvät paikoillaan rustokudoksessa, koska ne suuriina molekyylirakenteina ovat kollageenin muodostaman verkon sisässä. Aggregaani-kyky sitoa vettä turvottaa rustorakenteen muodostaen kohtalaisen jäykän kudoksen. Kuormituksen aikana rustoon kohdistuva voima puristaa vettä ulos rustosta, jolloin myös rusto hieman puristuu. Kuormituksen lakattua kollageeniverkoston sisällä paikallaan pysyvät aggregaanit pystyvät sitomaan veden takaisin palauttaen ruston muodon ennalleen.



Terveessä rustossa proteoglykaanien määrä on korkea ja kollageeniverkosto ehjä. Nivelrikin alkuvaiheessa havaitaan usein proteoglykaanien katoa ruston pintaosassa, mutta tilanne voi olla vielä palautuva. Kun rustorakennetta koossapitävä kollageenisäikeistö rikkoutuu, rusto ei pysty enää ylläpitämään kudusrakennetta, vaan nivelrikolle ominaiset palautumattomat rustomuutokset alkavat edetä.

Nivelrikin tausta epäselvä ja hoito vaikeaa

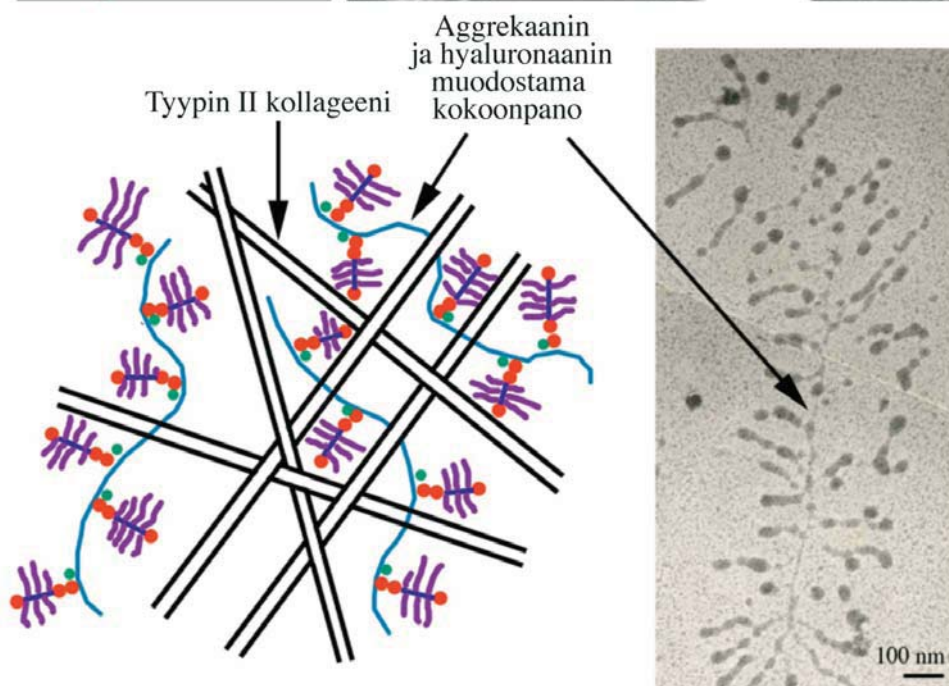
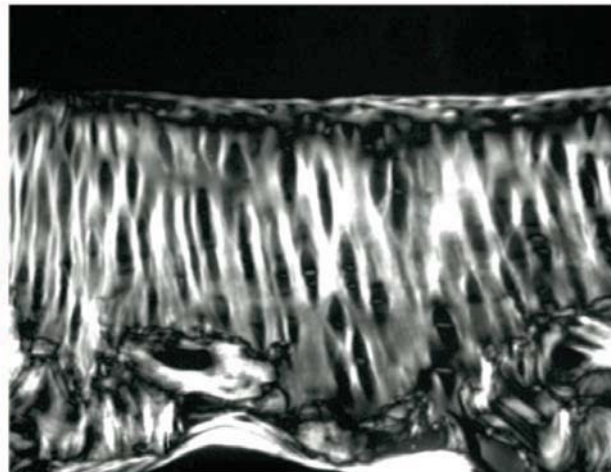
Nivelrikin synnyn molekulaarinen tausta on edelleen epäselvä. Oleellista on kuitenkin se, että kollageeniverkoston säikeiden pettäminen saa aikaan verkon sisällä

olevien aggregaaniin vuotamisen pois kudoksesta, jolloin ruston vedensitomiskyky vaurioituneella alueella heikkenee. Aggregaanimolekyylejä pilkkovien entsyymien aktivoituminen nivelrikossa katkoo aggregaaneja niiden tyviosasta, ja edistää aggregaaniin hävikkiä, jolloin taudin eteneminen voi kiihtyä. Lopulta nivelruston heikentyneet biomekaaniset ominaisuudet johtavat kudoksen kulumiseen niveleen kohdistuvien hiertävien voimien vaikutuksesta.

Pitkälle edenneen nivelrikon hoitaminen on vaikeata, sillä rakenteellisesti pettänyt kudos joutuu suurien kuluttavien voimien alaiseksi, jotka lähinnä saavat aikaan lisätuhoa kudoksessa. Ennaltaehkäisevät elämäntavat ovatkin paras keino välttää nivelrikkoa. Se ei kuitenkaan tee uusien hoitomuotojen kehittämiseen, ja ennen kaikkea varhaiseen diagnostiikkaan liittyvää tutkimusta tarpeettomaksi.



Mikko Lammi
professori
Kuopion yliopisto
Biotieteiden laitos



Kuvia ruston rakenteesta.

Ylhäällä vasemmalla punaisella näkyvä väri kuvastaa proteoglykaanien määrää, säikeet ovat kollageenisäikeitä.

Ylhäällä oikealla on polarisaatiomikroskooppinen kuva rustosta, jossa valkeana näkyvä väri kuvastaa kollageenien samansuuntaisuutta.

Alla vasemmalla kaavamainen kuva kollageenin ja aggregaaniin järjestäytymisestä toistensa lomiin.

Alhaalla oikealla elektronimikroskooppinen kuva ruston proteoglykaaniaggregaatista.