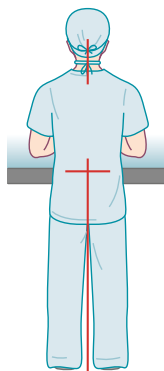
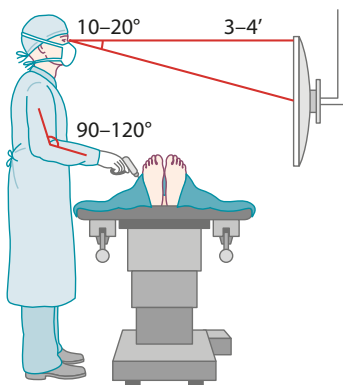


Aseta monitori kasvojen eteen silmien alapuolelle.

Vältä yläselän pyöristymistä, sekä olkanivelten ja pään työntymistä eteen.

Kyynärniveliin 90–120 asteen kulma, ranteet keski-asennossa, sormet kevyesti taivutettuna.

Pidä polvet kevyesti koukistettuina, älä yliojenna.



pää keskilinjassa, katse eteenpäin

hartiat rentoina, yläselkä hallittuna

olkavarret lähellä vartaloa

lantio keskiasennossa, eikä putoa sivulle

tasapainoinen seisoma-asento, paino molemmilla jaloilla

Kuva 1.14. Kirurgin työasento seisten.

Mikäli leikkauksen aikana käytetään jalkapoljinta, sen tulee olla jalan kanssa samalla tasolla ja linjassa työskentelyinstrumentin kanssa. Lattiapinnan tulee olla siisti, ettei johdoista synny kompastumisvaaraa. Jalkojen alla voi käyttää pehmentävää tai joustavaa mattoa. Myös istumisen ja seisomisen vaihtelu työpäivän aikana on suositeltavaa, mutta leikkauksen aikaisen steriilivaatimuksen vuoksi se ei aina ole mahdollista.

Työympäristön ja välineistön tulee olla ergonomisesti suunniteltuja, ja niissä tulisi olla valinnanvaraa tai säätömahdollisuuksia. Hyvät työkenkät, joissa on kantaremmi, antavat alaraajojen levätä kävelyn ja seisomisen aikana. Työn tauottaminen mikrotauoilla ja vastaliikkeitä tai venytykset voivat olla hyödyllisiä leikkauksen aikana. Tulevaisuudessa ulkoiset selän tukirangat ja yläraajojen keventäjät voivat olla keventäviä työvälineitä myös terveydenhuollossa ja leikkaussaleissa, mikäli niistä saatu tutkimustieto tukee niiden hyödynnettävyyttä ja niiden käytettävyys koetaan hyväksi.

Ergonomian tavoitteena on luoda työntekijälle turvallinen ja terveellinen työ ja työympäristö sen sijaan, että työntekijän tulisi mukautua olemassa oleviin olosuhteisiin. Työergonomiaa tuleekin jatkossa kehittää ennaltaehkäisemään työperäisiä tuki- ja liikuntaelinoireita ja vammoja, sillä siihen kiinnitetään kirurgien keskuudessa edelleen liian vähän huomiota.

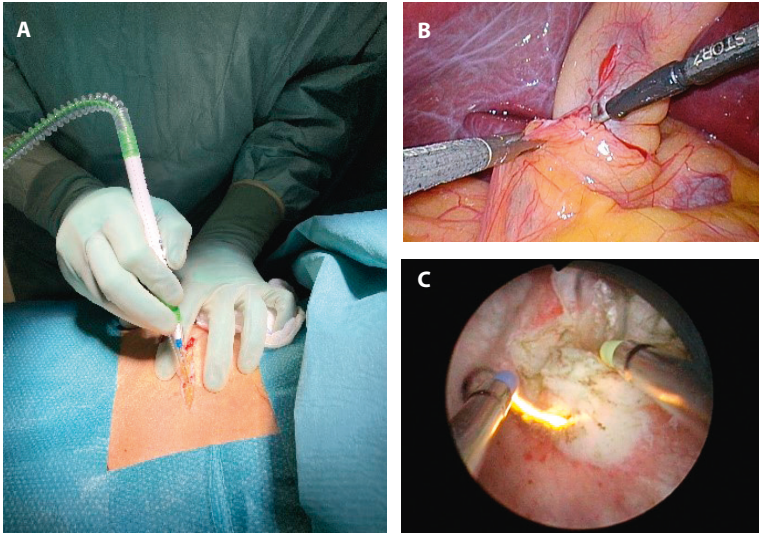
1.15 Sähkökirurgia

Taina Nykänen

Sähkökirurgiaa hyödyntävät lähes kaikki leikkauksia ja täyhystystoimenpiteitä tekevät erikoissalat (kuva 1.15aA-C). Sähkökirurgisten menetelmien avulla hallitaan verenvuotoa toimenpiteen aikana. Kun kudokseen johdetaan korkeataajuisia sähkövirtaa, solut kuumenevat. Lämpöenergiaa syntyy, kun sähkömagneettinen energia muuntuu kudoksessa ensin liike- ja lopulta lämpöenergiaksi. Lämmön vaikutuksesta kudosta voidaan koaguloida tai leikata. Koska hermojen ja lihasten stimulaatio tapahtuu alle 100 kHz:n taajuuksilla, voidaan korkeampia taajuuksia hyödyntää sähkökirurgiassa ilman sähköiskun tai merkittävän lihastoiminnan aktivaation vaaraa.

Sähkökirurginen generaattori ja virtapiiri

Jokaisen toimenpidepoliklinikan varustukseen perusterveydenhuollosta erikoissairaanhoidon kuuluu sähkökirurginen generaattori, jota nimitetään myös sähkökirurgiseksi yksiköksi (kuva 1.15b). Generaattori muuntaa matalataajuisen 50–60 Hz:n verkkovirran kudosten käsittelyyn sopivak-



Kuva 1.15a. Sähkökirurgiset menetelmät. A) Kirurgi leikkaa monopolaaridialle. B) Monopolaarivirtaan kytketty polttokoukku on kirurgin perustyökalu laparoskopisissa sappirakon poistossa. C) Urologit höyläävät virtsarakon kasvaimia ja eturauhasen liikakasvua monopolaarisektoskoopilla.

si korkeataajuiseksi yli 200 kHz:n sähkövirraksi. Generaattorista voidaan taajuuden lisäksi säätää jännitteen suuruutta ja generaattorin toimintasykliä, joita muuttamalla saadaan aikaan erilaisia kudosaikutuksia. Sähkökirurgisen virtapiirin muodostavat generaattorin lisäksi aktiivinen elektrodi, potilas tai käsiteltävä kudos ja neutraalielektrodi. Toisin kuin entisajan maadoitetuissa generaattoreissa, nykyaikaisissa isoloiduissa generaattoreissa neutraalielektrodi johtaa sähkövirran takaisin generaattoriin eikä maahan. Tämä on ollut tärkeä

turvatekijä sähkökirurgian kehityksessä ja vähentänyt erityisesti sähkövirran ennakoimattomaan kulkuun liittyviä palovammoja.

Sähkökirurgian kudosaikutukset

Sähkömagneettisen energian avulla kudosta voidaan *leikata* (vaporisaatio), *koaguloida* (desikaatio) tai *lämmittää epäsuorasti valokaaren välityksellä* (fulguraatio) (kuva 1.15c).

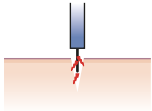
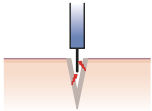
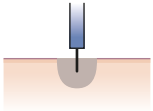
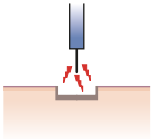
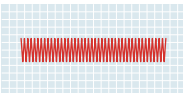
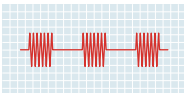
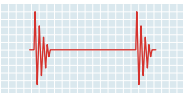
Leikkausasetuksella generaattori tuottaa jatkuvalla toimintasyklillä korkeataajuisia sähkövirtaa. Leikkaavan virran vaikutuksesta intrasellulaarinen kuumenee nopeasti yli 100-asteiseksi ja höyrystyy. Solut halkeavat, ja kudos jakautuu aktiivielektrodin alla ilman merkittävää lämpövaikutusta ympäröiviin kudoksiin. Aktiivielektrodin aikaansaama koagulaatio- ja hemostaattinen vaikutus on vähäinen.

Koagulaatioasetuksella generaattori tuottaa intermittoivalla toimintasyklillä korkean jännitteen virtaa, jonka vaikutuksesta kudos lämpenee hitaasti alle kiehumispisteen. Kudoksen lämmetessä proteiinit denaturoituvat ja kudos kuivuu. Lopputuloksena on vaalea, kuiva ja koaguloitunut alue. Asetusta hyödynnetään hemostaasiin.

Fulguraatioasetuksella generaattori tuottaa sykkyäkökittäistä korkean jännitteen virtaa. Korkean



Kuva 1.15b. Sähkökirurginen generaattori leikkaussalissa. Kuvan generaattoriin voidaan yhdistää sekä monopolaarista bipolaari-instrumenttiä bipolaaritekniikkaa hyödyntävä kudossulkuinstrumentti.

CUT pure	CUT blend	COAG dessicate	COAG fulgurate
			
Elektrodi toimii veitsen tavoin ilman hemostaattista vaikutusta. Kudoksen nopea lämpeneminen aiheuttaa solujen halkeamisen ja kudoksen jakautumisen ilman merkittävää lämpövaikutusta ympäröiviin kudoksiin.	Elektrodilla leikatessa muodostuu samalla pienten suonten hemostaasi, koska CUT blend -asetus tuottaa CUT pure -asetusta enemmän koaguloivaa vaikutusta.	Elektrodin suora kontakti saa aikaan kudoksen hitaan lämpenemisen, jonka seurauksena solut koaguloivat ja muodostuu hemostaasi. Lämpövaikutus ympäröiviin kudoksiin riippuu mm. kudokontaktin kestosta.	Asetusta kutsutaan myös spray-asetukseksi, jolla korkean jännitteen synnyttämä valokaari polttaa laajoja tihkuvia alueita ilman elektrodin suoraa kudokontaktia. Tuloksena on hiiltynyt ja karstamainen polttojälki.
			

Kuva 1.15c. Sähkökirurgian kudosaikutukset generaattorin eri asetuksilla.

jännitteen vaikutuksesta syntyvä valokaari polttaa kohdekudoksen ilman kudokontaktia. Lopputuloksena on hiiltynyt ja karstamainen polttojälki.

Merkittävimmät sähkökirurgian riskit liittyvät juuri korkean jännitteen käyttöön: Korkean jännitteen vaikutuksesta lämpövaikutus kudoksessa jakautuu laajalle. Myös sähkömagneettisen häiriön ja sähkövirran ennakoimattoman jakaantumisen riski on leikkaavaa virtaa suurempi.

Monopolaarinen ja bipolaarinen tekniikka

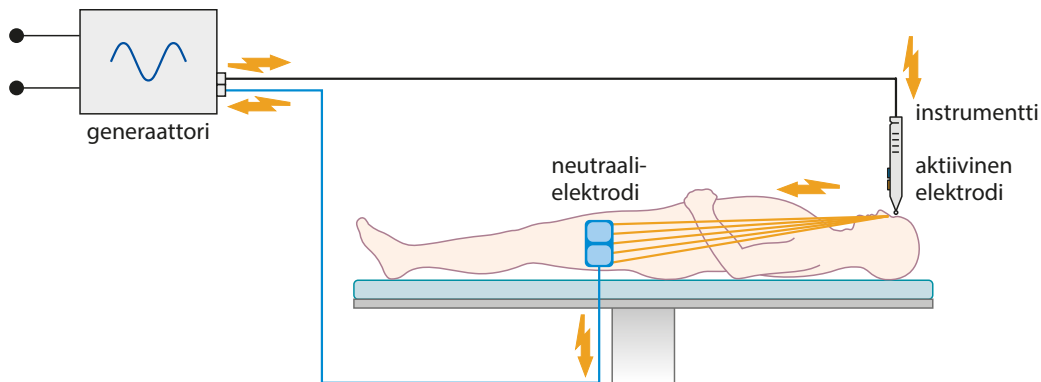
Monopolaarisessa tekniikassa sähkövirta kulkee aktiivisesta elektrodista potilaan läpi neutraalielektrodiin, josta käytetään arkikielessä usein vanhentunutta ja virheellistä nimitystä maadoituslevy (kuva 1.15d). Monopolaarinen tekniikka on monipuolisuutensa ansiosta sähkökirurgian käytetyin muoto. Se mahdollistaa leikkaamisen ja koaguloimisen avokirurgisissa, laparoskooppisissa ja endoskooppisissa toimenpiteissä. Koska monopolaaritekniikassa virta kulkee aktiivielektrodista neutraalielektrodiin potilaan läpi, liittyy menetelmän käyttöön rajoituksia sydämentahdis-

tinpotilailla: Monopolaaridiatermian aiheuttama sähkömagneettinen häiriö voi häiritä tahdistimen toimintaa. Sähkövirrat voivat myös vaurioittaa tahdistinta pysyvästi. Riski on suurin tehtäessä toimenpiteitä navan yläpuolisella alueella tahdistimen välittömässä läheisyydessä.

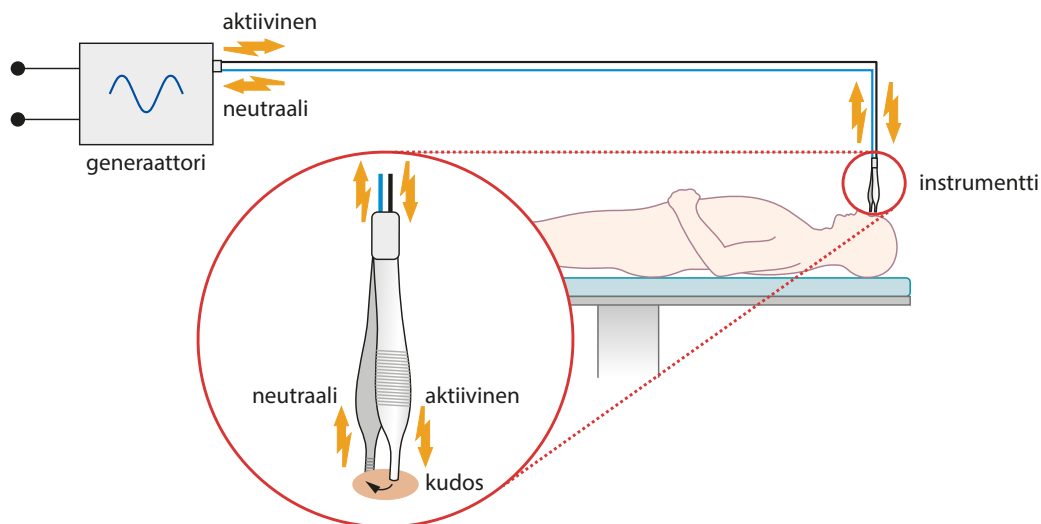
Kun tahdistinpotilaalle tehdään kirurgisia toimenpiteitä, tulee toimenpidesuunnitelmaan liittää yksilöllinen pohdinta soveltuvasta sähkökirurgisesta menetelmästä. Turvallisin vaihtoehto on käyttää bipolaaritekniikkaa tai ultraäänisaksia. Sama tulee kyseeseen neurostimulaattoripotilailla.

Bipolaarisessa tekniikassa sähkövirta kulkee bipolaaripinsetin leuasta toiseen leukojen välissä olevan kudoksen läpi. Erillistä neutraalielektrodia ei tarvita (kuva 1.15e).

Perinteisten bipolaaripinsettien ja -pihtien lisäksi markkinoilla on lukuisia kehittyneitä kertakäyttöisiä bipolaari-instrumentteja, joita kutsutaan myös kudossulkulaitteiksi. Ne soveltuvat sekä rakenteiden preparointiin että kudosten koagulointiin ja katkaisuun. Kehittyneet kudossulkulaitteet lyhentävät leikkausaikaa, ja niitä hyödynnetään laajasti sekä avo- että tähytyskirurgiassa.



Kuva 1.15d. Monopolaaritekniikassa sähkövirta kulkee aktiivielektrodista potilaan läpi neutraalelektrodiin.



Kuva 1.15e. Bipolaaritekniikassa sähkövirta kulkee pinsetin kärkien välillä pinsetissä olevan kudoksen läpi. Tekniikka on turvallinen myös sydämentahdistinpotilailla.

Sähkökirurgian riskit

Tavallisin on polttovaurion riski. Suoria polttovaurioita syntyy, kun aktiivielektrodiä käytetään huolimattomasti. Tyypillisiä tilanteita ovat diatermian aktivoiminen sitä liikuteltaessa tai kuumen instrumentin osuminen kudokseen heti polton jälkeen. Epäsuoria polttovaurioita syntyy aktiivielektrodin koskettaessa läheistä metalli-instrumenttia, joka puolestaan kuumenee ja vaurioittaa siihen kontaktissa olevia kudoksia.

Polttovaurioita aiheutuu myös sähkövirran kulkeutuessa ennakkoimatonta reittiä: Instrumenttien eristevaurioista voi karata sähkövirtaa kudokseen. Myös aktiivielektrodin aktivoiminen ilmassa lähellä metallia voi johtaa valokaareen, jota pitkin jännite purkautuu läheiseen metalliin. Sähkövirta voi konsentroitua myös metallisiin vierasesineisiin, kuten implantteihin tai lävistyksiin, ja aiheuttaa palovammoja.

Palovamman riski liittyy myös huonosti kiinnitettyyn neutraalielektrodiin. Normaalitilanteessa levymäinen neutraalielektrodi ei kuumene, sillä potilaasta palaava sähkövirta jakaantuu koko elektrodin pinta-alalle. Kun osa neutraalielektrodista irtaantuu, konsentroituu palaava sähkövirta pienemmälle alueelle kuumentaen elektrodin. Neutraalielektrodin kiinnitysongelmiin voivat johtaa runsas ihokarvoitus, kosteus tai rasva iholla, arpikudos tai kiinnitysalueen luiset ulokkeet. Turvallisin kiinnityskohta on hyvin verisuonitetun suuren lihaksen päällä, kuten reidessä.

Sähkön käyttö voi aiheuttaa tulipalon leikkausalueen puhdistamiseen käytetyn etanolin syttyessä palamaan. Etanolin tulisikin aina kuivua ennen generaattorin käynnistämistä. Anestesiapuolen happikaasu ja helposti syttyvät leikkausliinat laajentavat palovahinkoja nopeasti.