



**TURUN
YLIOPISTO**

Biopalautehoidon vaikutukset epäsosiaaliseen käyttäytymiseen

Kandidaatintutkielma

Taika Syvälahti &

Anna Wulfson

Ohjaaja: Mika Koivisto

Psykologian ja logopedian laitos

Psykologia, Turun Yliopisto

12.5.2025

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO
Psykologian ja logopedian laitos

SYVÄLAHTI, TAIKA
WULFSON, ANNA:

Biopalautehoidon vaikutukset
epäsosiaaliseen käyttäytymiseen

Kandidaatintutkielma, 41 s., 1 liites.
Psykologia
Toukokuu 2025

Tässä systemaattisessa katsauksessa tarkastellaan biopalautehoidon tehokkuutta epäsosiaalisen käyttäytymisen hoitomenetelmänä nuorilla ja aikuisilla. Biopalautehoito on interventio, jossa yksilö saa reaaliaikaista tietoa fysiologisista prosesseistaan, kuten sydämen sykkeestä ja aivojen toiminnasta, ja oppii säätelemään näiden aktiivisuutta. Tämän itsesäätelykyvyn vahvistamisen avulla pyritään vaikuttamaan epäsosiaalisen käyttäytymisen ilmenemiseen. Tutkielman tavoitteena on selvittää, millaisia hoitovaikutuksia biopalautehoidolla on epäsosiaalisen käyttäytymisen muotoihin, kuten käytöshäiriöön ja epäsosiaaliseen persoonallisuushäiriöön.

Tutkimus toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Katsauksen haut suoritettiin APA PsycINFO ja PubMed -tietokannoissa. Katsaukseen valikoitui 15 vertaisarvioitua tutkimusartikkelia, jotka tarkastelivat biopalautehoidon vaikutusta epäsosiaaliseen käyttäytymiseen, sisältäen diagnooseina käytöshäiriön, psykopatian ja epäsosiaalisen persoonallisuushäiriön sekä käytöspiirteinä muun muassa aggressiivisen käyttäytymisen ja tunnekylmät piirteet. Otskoot olivat suhteellisen pieniä, tyypillisesti 1–12 osallistujasta korkeintaan 40:een, mikä on tyypillistä kliinisille interventiotutkimuksille tällaisessa vaikeasti tutkittavassa populaatiossa.

Tutkimuksissa käytettiin monenlaisia asetelmia: satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia ($n = 4$), alku- ja loppumittausten vertailuasetelmia ($n = 4$), tapaus tutkimuksia ($n = 3$), kvasikokeellisia ei-vastineellisten ryhmien asetelmia ($n = 2$) sekä yksi kahden ryhmän interventiotutkimus ja yksi tapaus-verrokkitutkimus. Laadultaan tutkimusasetelmat olivat vaihtelevia, sillä 7/15 tutkimuksista ei ollut kontrolliryhmää, minkä takia biopalautehoidon vaikuttavuutta on vaikea arvioida suhteessa muihin menetelmiin.

Katsauksen perusteella havaittiin, että biopalautehoito on tarjonnut vaihtelevia, mutta pääasiallisesti lupaavia tuloksia erityisesti vähentämällä impulsiivisuutta ja parantamalla tunnesäätelyä. Efektikoot vaihtelivat pienestä suureen. Kuitenkin kattavamman vaikuttavuuden arvioimiseksi on tarpeen tehdä lisätutkimuksia, erityisesti erilaisten biopalauteinterventioiden vertailun ja pitkäaikaisvaikutusten kannalta. Tämä tutkimus tarjoaa uutta tietoa biopalautehoidon käytöstä epäsosiaalisessa käyttäytymisessä, mikä voi tarjota uusia näkökulmia hoitomenetelmien kehittämiseen ja käytäntöjen parantamiseen.

Asiasanat: biopalautehoito, neurofeedback, EEG biopalautehoito, fMRI biopalautehoito, fysiologinen biopalautehoito, epäsosiaalinen käyttäytyminen, käytöshäiriö, psykopatia, tunnekylmät piirteet, aggressio, viha, aggressiivinen käyttäytyminen

Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
1.1 Epäsosiaalinen käyttäytyminen	1
1.2 Biopalautehoito	3
1.3 Epäsosiaalinen käyttäytyminen ja biopalautehoito	6
1.3.1 Epäsosiaalisen käyttäytymisen ja impulssikontrollin neurobiologia	6
1.3.2 Biopalautehoito epäsosiaalisen käyttäytymisen säätelyssä ja hoidossa	7
1.4 Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen tavoite	8
2. Menetelmät	9
3. Tulokset	12
3.1 Tutkimuksen aineisto	12
3.2 Arviointimenetelmät	18
3.2.1 Psykopatiaan liittyvät mittarit	18
3.2.2 Impulsiivisuuteen ja aggressioon liittyvät mittarit	19
3.2.3 Käyttäytymisen ja tarkkaavaisuuden mittarit	21
3.2.4 Mielenterveyteen ja persoonallisuuteen liittyvät mittarit	23
3.2.5 Kognitiiviset ja impulsiivisuutta mittaavat testit	24
3.3 Biopalautehoidon vaikutus käyttäytymiseen	25
3.3.1 EEG-biopalautehoidon vaikuttavuus	32
3.3.2 fMRI-biopalautehoidon vaikuttavuus	33
4. Pohdinta	35
4.1 Keskeiset tulokset	35
4.2 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet	37
4.3 Sovellusmahdollisuudet ja jatkotutkimus	40
4.4 Lopuksi	41
Lähteet	41
Liitteet	51
Liite 1. Hakulausekkeet	51

1. Johdanto

Epäsosiaalinen käyttäytyminen voidaan määritellä toistuvaksi ja pitkäkestoiseksi normien rikkomiseksi sekä toisia vahingoittavaksi toiminnaksi (DSM-5; APA, 2013). Lapsuudessa ja nuoruudessa se ilmenee käytöshäiriön muodossa, joka voi aikuisiällä täyttää epäsosiaalisen persoonallisuushäiriön kriteerit. Käytöshäiriö on merkittävä psykiatrinen ongelma, joka voi ennakoita laajempia psyykkisiä, sosiaalisia ja koulutuksellisia vaikeuksia (Odgers ym., 2007). Oirekuvaa voivat monimutkaistaa tunnekylmät piirteet, kuten vähäinen empatia ja syyllisyydentunto, jotka liittyvät erityisesti proaktiiviseen aggressioon ja lisääntyneeseen väkivallan riskiin (Frick & White, 2008; Frick & Viding, 2009).

Neuropsykologisella tasolla epäsosiaaliselle käyttäytymiselle on tyypillistä heikentynyt impulssikontrolli ja tunnesäätely, jotka saattavat johtua toimintahäiriöistä aivojen etuotsalohkon ja limbisen järjestelmän alueilla (Blair, 2013). Nämä tekijät voivat vaikeuttaa sekä yksilön itsesäätelyä että sopeutumista sosiaalisiin vaatimuksiin.

Biopalautehoito tarjoaa mahdollisuuden näihin itsesäätelyn haasteisiin vaikuttamiseen. Siinä yksilö saa reaaliaikaista palautetta fysiologisista prosesseistaan, kuten sydämen sykkeestä, hengityksestä tai aivojen sähköisestä toiminnasta, ja oppii säätämään niitä tarkoituksenmukaisella tavalla (Yucha & Montgomery, 2008). Vaikka biopalautehoitoa on tutkittu enimmäkseen ahdistuneisuus- ja tarkkaavuushäiriöiden hoidossa (Schoenberg & David, 2014), on sen käyttömahdollisuuksia tarkasteltu yhä enemmän myös aggressiivisen ja impulsiivisen käyttäytymisen säätelyssä.

Tässä systemaattisessa katsauksessa tarkastellaan, miten biopalautehoitoa on hyödynnetty epäsosiaalisen käyttäytymisen hoidossa erityisesti impulsiivisuuden ja tunnesäätelyn näkökulmista. Tarkoituksena on koota yhteen nykyinen tutkimustieto hoitomuodon vaikuttavuudesta ja sovellettavuudesta.

1.1 Epäsosiaalinen käyttäytyminen

Epäsosiaalinen käyttäytyminen viittaa jatkuvaan ja toistuvaan toimintaan, joka rikkoo yhteiskunnallisia normeja ja muiden ihmisten oikeuksia. Tutkimukset ovat osoittaneet, että epäsosiaalinen käyttäytyminen ilmenee muun muassa seuraavina piirteinä: toistuva lain ja sosiaalisten normien rikkominen, petollisuus ja manipulatiivisuus, impulsiivisuus ja

kyvyttömyys suunnitella eteenpäin, ärtyneisyys ja aggressiivisuus, vastuun välttely ja kyvyttömyys tuntea syyllisyyttä (APA, 2013; Raine, 2013). Se on keskeinen osa käytöshäiriötä (engl. *conduct disorder*, CD), epäsosiaalista persoonallisuushäiriötä (engl. *antisocial personality disorder*, ASPD) (Moffitt, 2018) sekä tunnekyelmiä piirteitä (engl. *callous-unemotional traits*, CU) (Raschle ym., 2018), joita käsittelemme tässä katsauksessa osana epäsosiaalisen käyttäytymisen ilmenemistä.

Vaikka sekä ASPD että CD liittyvät epäsosiaaliseen käyttäytymiseen, ne eroavat toisistaan diagnostisilta kriteereiltään ja esiintymisajankohdiltaan. CD diagnosoidaan yleensä lapsuudessa tai nuoruudessa ja se ilmenee toistuvina aggressiivisina ja sääntöjä rikkovina käytösmalleina (Frick ym., 2014). Jos tällainen käyttäytyminen jatkuu aikuisuuteen, diagnoosi voi muuttua ASPD:ksi, joka puolestaan määritellään kroonisesti epäsosiaaliseksi elämäntavaksi, jossa esiintyy rikollisuutta, väkivaltaa ja empatian puutetta (APA, 2013).

Epäsosiaalinen käyttäytyminen ilmenee eri tavoin elämän eri vaiheissa. Lapsuudessa epäsosiaalinen käyttäytyminen voi näyttäytyä kiusaamisena, eläinten vahingoittamisena, valehtelemisena ja tahallisen sääntöjen rikkomisena (Frick & Viding, 2009). Nuoruudessa puolestaan voi olla lisääntynyttä päihteiden käyttöä, rikollista toimintaa kuten varkauksia, aggressiivista käyttäytymistä ja koulunkäynnin laiminlyöntiä (Odgers ym., 2007). Aikuisuuteen tultaessa epäsosiaalinen käyttäytyminen voi ilmetä toistuvana rikollisuutena, perheväkivaltana, päihderiippuvuuksina ja työelämän epävakauteena (Moffitt, 2018).

Epäsosiaalisen käyttäytymisen taustalla on monia riskitekijöitä, jotka voidaan jakaa biologisiin, psykologisiin ja sosiaalisiin tekijöihin. Tutkimukset ovat osoittaneet, että epäsosiaalinen käyttäytyminen voi liittyä poikkeavuuksiin aivojen otsalohkon ja manteliumakkeen alueilla, jotka ovat keskeisiä tunnesäätelyn ja impulssikontrollin kannalta (Raine, 2013; Yang & Raine, 2009). Lisäksi matalat kortisolitasot ja geneettinen alttius voivat lisätä riskikäyttäytymistä (Gao ym., 2010). Psykkisellä ulottuvuudella muun muassa lapsuuden traumaselvitymisstrategiat, puutteellinen tunnesäätely ja alhainen empatiakyky on yhdistetty epäsosiaaliseen käytökseen (Blair, 2013). Myös epävakaat perhesuhteet, matala sosioekonominen asema ja väkivaltaisessa ympäristössä kasvaminen lisäävät riskiä epäsosiaaliselle käyttäytymiselle (Loeber & Burke, 2011).

Epäsosiaalinen käyttäytyminen aiheuttaa merkittäviä yhteiskunnallisia haasteita. Rikollisuus, joka usein liittyy epäsosiaaliseen käyttäytymiseen, kuormittaa oikeusjärjestelmää ja lisää

turvallisuuskustannuksia (Moffitt, 2018). Lisäksi tällainen käyttäytyminen voi johtaa koulutuksen keskeyttämiseen ja työttömyyteen, mikä puolestaan lisää sosiaaliturvamenoja ja vähentää työvoiman tuottavuutta (Odgers ym., 2007). Terveysthuollon näkökulmasta epäsosiaalinen käyttäytyminen on yhteydessä mielenterveysongelmiin ja päihteiden väärinkäyttöön, mikä kasvattaa terveydenhuollon kustannuksia (Hodgins ym., 2010).

Epäsosiaalinen käyttäytyminen heikentää yhteisöjen yhteenkuuluvuutta ja luottamusta, mikä voi johtaa eristäytymiseen ja syrjäytymiseen (Farrington, 2005). Varhainen puuttuminen ja kohdennetut interventiot, kuten tässä tutkielmassa käsittelemämme biopalautehoito, ovat keskeisiä keinoja vähentää epäsosiaalisen käyttäytymisen esiintyvyyttä ja lieventää sen vaikutuksia yksilöihin ja yhteiskuntaan (Loeber & Burke, 2011).

1.2 Biopalautehoito

Biopalautehoito on hoitomuoto, jolla pyritään kehittämään aivojen ja hermoston itsesäätelyä ulkoisen palautteen avulla (Arns ym., 2014). Yksi biopalautteen muodoista on aivokuvantamiseen perustuva neurofeedback, jossa hyödynnetään tyypillisimmin EEG:tä eli elektroenkefalografiaa. EEG:ssä aivojen aktiivisuutta tarkkaillaan elektrodien välityksellä. Yksilö saa tämän avulla reaaliaikaista palautetta aivotoiminnastaan tavalla, joka palkitsee sellaisesta aivojen aktiivisuudesta, jota pyritään vahvistamaan (Hammond, 2011). Hoidon aikana yksilö suorittaa jotakin tehtävää, jonka eteneminen perustuu tavoitellun aivotoiminnan saavuttamiseen. Tehtävä voi olla esimerkiksi tietokonepeli tai elokuva, jonka toisto tai eteneminen keskeytyy, mikäli aivotoiminta poikkeaa toivotusta suunnasta (Närhi & Virta, 2016). Harjoitusten toistuesssa yksilön oletetaan oppivan tuottamaan tavoiteltua aktiivisuutta paremmin palkitsevan palautteen avulla. Edistämällä yksilön kykyä muuttaa tiettyjä hermostollisia toimintamalleja uskotaan, että biopalaute voi parantaa muun muassa tunteiden säätelyä, impulssikontrollia ja kognitiivista joustavuutta (Hammond, 2011).

EEG-biopalauteella pyritään vaikuttamaan sellaisiin neurofysiologisiin parametreihin, joiden poikkeavuuden oletetaan liittyvän käyttäytymisessä ilmeneviin oireisiin esimerkiksi ADHD:n tai mielenterveyden häiriöiden yhteydessä. Biopalautteen avulla hoidettava harjoittaa kykyänsä lisätä tai vähentää tietyn tyyppistä aivotoimintaa välineellisen ehdollistamisen kautta (Omejc ym., 2019). EEG-biopalauteessa voidaan hyödyntää useita eri protokollia, joista yleisimmin käytetty on taajuusharjoittelu (engl. *frequency training*), jonka tavoitteena on muuttaa EEG-taajuuskaistojen tehon suhteita. Nämä jaetaan delta-, theta-, alfa-, beeta- ja gammataajuuksiin,

ja harjoittelun taustalla on oletus tiettyjen taajuuksien amplitudien ja niitä vastaavien kognitiivisten toimintojen välisestä yhteydestä (Groppe ym., 2013). Toinen melko laajasti käytetty protokolla on hitaiden kortikaalisten potentiaaliden harjoittelu (engl. *slow cortical potential*, SCP), joka keskittyy aivojen hitaiden jännitemuutosten säätelyyn. SCP:t ovat hitaita tapahtumasidonnaisia jännitevasteita, jotka heijastavat muutoksia kortikaalisessa herkkyydessä – negatiiviset muutokset liittyvät lisääntyneeseen hermoverkkojen aktiivisuuteen ja positiiviset muutokset vähentyneeseen aktiivisuuteen (Gevensleben ym., 2014). Tällaisen harjoittelun avulla on mahdollista edistää SCP:n itsesäätelyä, minkä seurauksena aivokuoren herkkyyteen eli eksitabiliteettiin voidaan jossain määrin vaikuttaa. Esimerkiksi ADHD:n hoitoon sovellettaessa voidaan sen avulla pyrkiä lisäämään kortikaalista negatiivisuutta ja siten parantaa tarkkaavaisuutta (Omejc ym., 2019).

Biopalautehoidon tyypeistä EEG-pohjaiseen biopalauteeseen perustuvaa hoitoa on tutkittu eniten, ja siitä on saatavilla runsainta näyttöä sekä toteuttamiskelpoisuuden että vaikuttavuuden osalta (Micoulaud-Franchi ym., 2015). Toisena biopalauteen menetelmänä on hyödynnetty reaaliaikaista funktionaalista magneettikuvausta (engl. *real-time functional magnetic resonance imaging*, rtfMRI), jonka avulla biopalauteen voi kohdistaa vielä tarkemmin toivottuihin aivojen alueisiin. Funktionaalinen magneettikuvaus mahdollistaa hoidon suuntaamisen esimerkiksi aivojen subkortikaalisiin rakenteisiin, joiden toimintaan liittyviin poikkeavuuksiin pyritään vaikuttamaan jälleen aktiivisuuden itsesäätelyä edistämällä (Alegria ym., 2017). Viime aikoina rtfMRI on muodostunut entistä varteenotettavammaksi vaihtoehdoksi aivojen itsesäätelyn harjoittamiseen erityisesti tunnesäätelyn kannalta (Böttinger ym., 2024). Menetelmän avulla voidaan tunnistaa aivojen osia, joiden aktiivisuudessa ilmenee selvintä puutteellisuutta ja joihin biopalautehoito voidaan näin ollen kohdistaa yksilöllisesti. Tunteiden säätelylle tärkeät alueet, kuten manteliumake ja insula, ovat useimmin olleet fMRI-biopalautehoidon kohteena (Böttinger ym., 2024).

Varsinaisen neurofeedbackin lisäksi kehon itsesäätelyyn kohdistuvina interventiomuotoina on käytetty myös muita biopalauteharjoittelun muotoja, jotka perustuvat aivokuvantamisen sijasta fysiologisiin mittausmenetelmiin. Mittauksen kohteena voi olla esimerkiksi sydämen sykevälivaihtelu, ihon sähkönjohtavuus tai lihastoiminta (Aggensteiner ym., 2024; Rush ym., 2017). Näiden menetelmien tavoitteena on parantaa autonomisen hermoston säätelyä opettamalla yksilöä kontrolloimaan fysiologisia reaktioita, joiden ajatellaan vaikuttavan myös käyttäytymiseen. Yksilö saa palautetta fysiologisesta tilastaan, esimerkiksi ihon

sähkönjohtavuudesta, mikä mahdollistaa oppimisprosessin näiden reaktioiden hallitsemiseksi. Hoidon tehokkuuden ja kliinisen vaikuttavuuden kannalta keskeistä on se, kuinka onnistuneesti itsesäätelyn oppiminen toteutuu (Aggensteiner ym., 2024).

Ihon sähkönjohtavuudessa (engl. *skin conductance level*, SCL) esiintyvien muutosten avulla saadaan tietoa sympaattisen hermoston aktivoitumisesta. Korkeammat sähkönjohtavuuden tasot viestivät kohonneesta vireystilasta ja emotionaalisesta reaktiivisuudesta (Aggensteiner ym., 2024). Sydämen sykevälivaihteluun (engl. *heart rate variability*, HRV) kohdistuva biopalaute pohjautuu puolestaan oletukseen, että korkeampi sykevälivaihtelu on yhteydessä parempaan tunnesäätelyyn ja stressinsietokykyyn, kun taas matalampi sykevälivaihtelu on useammin liitettävissä psykopatologiaan (Rush ym., 2017). Kolmas yleisesti käytetty biopalaute tyyppi perustuu elektromyografian (EMG) mittaukseen, jonka avulla voidaan tarkastella lihasten ja hermojen sähköisissä ilmiöissä havaittavia muutoksia ja pyrkiä muokkaamaan niitä (Kappes & Thompson, 1985).

Yksilöllistetyssä biopalautehoidossa keskeistä on aivotoiminnan tai fysiologisten säätelyjärjestelmien poikkeavuuksien kartoittaminen. EEG-biopalauteen yksilöllistämässä hyödynnetään usein kvantitatiivista EEG-aivokartoitusta (qEEG), jonka avulla tunnistetaan säätelyltään epätasapainoisia aivoalueita (Surmeli & Ertem, 2009; Coburn ym., 2006). Vastaavasti rtfMRI-biopalaute edellyttää toiminnallista aivokartoitusta kiinnostuksen kohdealueiden (engl. *region of interest*, ROI) määrittämiseksi (Böttinger ym., 2024).

Biopalautehoidon eri muotoja on käytetty interventioina varsinkin ADHD:sta kärsiville lapsille, minkä yhteydessä EEG-biopalautehoito on toistaiseksi osoittautunut menetelmistä tehokkaimmaksi (Närhi & Virta, 2016). Hoidon vaikutukset ovat ilmenneet muutoksina etenkin hyperaktiivisuudessa ja tarkkaavaisuuden ylläpitämisessä (Deilami ym., 2016; Wang & Sourina, 2013). ADHD:n lisäksi biopalautea on sovellettu muun muassa skitsofreniaan, epilepsiaan, päihdehäiriöihin, mielialahäiriöihin sekä autismikirjon häiriöihin (Marzbani ym., 2016). Viime vuosina biopalauteen soveltaminen on laajentunut myös epäsosiaalisen käyttäytymisen ja impulsiivisuuden hallintaan, mikä on lisännyt sen merkitystä esimerkiksi rikosseuraamusalan interventioissa (Fielenbach ym., 2018).

1.3 Epäsosiaalinen käyttäytyminen ja biopalautehoito

1.3.1 Epäsosiaalisen käyttäytymisen ja impulssikontrollin neurobiologia

Epäsosiaalisen käyttäytymisen taustalla on monimutkainen neurobiologinen kokonaisuus, johon vaikuttavat aivojen rakenne ja toiminta, neurokemialliset tekijät sekä autonomisen hermoston säätely. Näiden tekijöiden yhteisvaikutus voi altistaa henkilön impulsiiviselle ja epäsosiaaliselle käyttäytymiselle. Tutkimukset ovat osoittaneet, että otsalohkon (prefrontaalikorteksi, PFC) heikentynyt toiminta voi liittyä impulssikontrollin häiriöihin ja epäsosiaaliseen käyttäytymiseen (Yang & Raine, 2009). Erityisesti PFC:n dorsolateraalinen osa on keskeinen toiminnanohjauksen ja itsehillinnän kannalta. Manteliumakkeella on puolestaan merkittävä vaikutus tunnesäätelyssä ja aggressiivisuuden hillinnässä. Tutkimusten mukaan pienempi manteliumakkeen tilavuus voi korreloida väkivaltaisen ja impulsiivisen käyttäytymisen kanssa (Blair, 2013). Lisäksi aivojuovio ja dopaminerginen järjestelmä vaikuttavat palkitsemismekanismeihin ja riskialttiiseen käyttäytymiseen (Buckholtz ym., 2010).

Neurokemialliset muutokset voivat myös vaikuttaa kykyyn säädellä tunteita ja hallita aggressiivisia impulsseja. Alhaiset serotoniinitasot (5-HT) on yhdistetty kohonneeseen impulsiivisuuteen ja aggressiivisuuteen (Coccaro ym., 2011). Dopamiinijärjestelmän yliaktiivisuus puolestaan voi lisätä riskinottohalukkuutta ja epäsosiaalista käyttäytymistä (Buckholtz ym., 2010). Kortisolitasojen tutkimukset taas viittaavat siihen, että matala kortisolitaso voi olla merkki heikentyneestä stressireaktiosta ja lisätä impulsiivista käyttäytymistä (Van Goozen ym., 2007).

Autonominen hermosto säätelee elimistön fysiologista valmiustilaa ja emotionaalista reaktiivisuutta. Alhaisen HRV:n on tutkittu heijastavan heikentyntä autonomisen hermoston säätelyä ja lisäävän riskiä epäsosiaaliselle käyttäytymiselle (Beauchaine, 2015). Lisäksi ihon sähköjohtavuuden vähentynyt vaste voi liittyä matalampaan emotionaaliseen reagointiin ja empatian puutteeseen (Patrick ym., 1994).

Aivojen sähköinen aktiivisuus heijastuu EEG:llä mitattavina aivoaaltoina, jotka jaetaan taajuutensa perusteella eri luokkiin: delta (0.5–4 Hz), theta (4–8 Hz), alfa (8–12 Hz), beeta (12–30 Hz) ja gamma (> 30 Hz). Näillä aaltotaajuuksilla on erilaisia kognitiivisia ja emotionaalisia tehtäviä, ja niiden epätasapaino on yhdistetty impulsiivisuuteen, tarkkaavuushäiriöihin ja epäsosiaaliseen käyttäytymiseen (Harmony, 2013). Yksilöillä, joilla

on todettu psykopatia, ilmenee usein poikkeavaa aivoaaltojen aktiivisuutta erityisesti hitailla taajuuksilla eli delta- ja theetataajuuksilla. Nämä taajuudet on yhdistetty alhaiseen vireystilaan sekä kohonneeseen vihaan ja aggressiivisuuteen, jotka ovat epäsosiaalisen käyttäytymisen tunnusmerkkejä (Konicar ym., 2021).

Theeta-aallot esiintyvät normaalisti rentoutumisen ja unen alkuvaiheiden yhteydessä, mutta liiallinen theeta-aktiivisuus hereillä, erityisesti otsalohkolla, on yhdistetty heikentyneeseen toiminnanohjaukseen, impulsiivisuuteen ja tarkkaavuuden säätelyn ongelmiin. Tämä voi altistaa epäsosiaaliselle käyttäytymiselle (Monastra ym., 2001; Barry ym., 2003; Loo & Makeig, 2012). Beeta-aallot puolestaan liittyvät tarkkaavaisuuteen ja kognitiiviseen kontrolliin. Alhainen beeta-aktiivisuus erityisesti etuaivoissa voi viitata impulssikontrollin ongelmiin, kun taas liiallinen beeta-aktiivisuus voi viitata ylivireyteen ja ahdistuneisuuteen, jotka voivat ilmetä aggressiivisuutena (Bauer & Hesselbrock, 2001). Alfa-aallot sen sijaan heijastavat rentoutunutta, mutta valpasta tilaa. Alhainen alfa-aktiivisuus frontaalialueilla voi liittyä tunnesäätelyn vaikeuksiin, sosiaaliseen vetäytymiseen ja impulsiivisuuteen (Knyazev, 2007). Delta-aallot esiintyvät vastaavasti pääasiassa syvässä unessa, mutta niiden kohonnut taso hereillä, erityisesti otsalohkolla, voi viitata heikentyneeseen kognitiiviseen kontrolliin ja emotionaaliseen säätelyyn (Harmony, 2013; Knyazev, 2007). Viimeisenä gamma-aallot liittyvät korkeampiin kognitiivisiin prosesseihin ja tietoiseen havainnointiin. Heikentynyt gamma-aktiivisuus on yhdistetty tarkkaavuushäiriöihin ja heikentyneeseen emotionaaliseen integraatioon (Uhlhaas & Singer, 2010).

1.3.2 Biopalautehoito epäsosiaalisen käyttäytymisen säätelyssä ja hoidossa

Epäsosiaaliseen käyttäytymiseen liittyvien neurobiologisten poikkeavuuksien vuoksi yksilöllistetty biopalautehoito on noussut esiin mahdollisena hoitovaihtoehtona. Biopalautetta voidaan kohdentaa epäsosiaalisten piirteiden taustalla oleviin hermostollisiin toimintamalleihin, joissa tapahtuvan muutoksen avulla pyritään mahdollistamaan muutos oireissa ja käyttäytymisessä (Fielenbach ym., 2018). EEG-biopalautteen kannalta olennaisin löydös epäsosiaalisen käyttäytymisen EEG-poikkeavuuksista liittyy kohonneeseen hitaiden aivoaaltojen aktiivisuuteen (Qi ym., 2022), jonka on havaittu olevan yhteydessä väkivaltaisuuksiin ja aggressiiviseen käyttäytymiseen (Fenton ym., 1974). Tähän on sovellettu esimerkiksi taajuusharjoittelua ja SCP-harjoittelua (Konicar ym., 2015; Huang-Storms ym., 2007).

Biopalauteen vaikuttavuudesta lapsi- ja nuorisopopulaatiossa on kasvavassa määrin kliinistä ja empiiristä näyttöä. Merkittävimpiä tuloksia on saatu erityisesti ADHD:n hoidossa, jossa EEG-biopalaute on onnistuneesti vähentänyt hitaiden kortikaalisten aaltojen aktiivisuutta ja lisännyt beeta-aaltoja, minkä on havaittu parantavan tarkkaavaisuutta ja vähentävän impulsiivisuutta (Linden ym., 1996; Lutaenberger ym., 2003; Rossiter, 2004). ADHD:n ohella biopalaute on herättänyt kiinnostusta muidenkin itsesäätelyyn ja impulssikontrolliin liittyvien häiriöiden hoidossa. Käytöshäiriöön liittyvät piirteet, kuten aggressiivisuus, tunne-elämän puutteet ja heikentynyt inhibitiokyky, ovat monelta osin päällekkäisiä ADHD:n oireiden kanssa, mikä on vahvistanut kiinnostusta menetelmän käyttöön myös epäsosiaalisen käyttäytymisen säätelyssä (Paul & Bennett, 2021; Smith & Sams, 2016).

Epäsosiaalisen käyttäytymisen taustatekijät ovat hyvin heterogeenisiä ja yksilöllisesti vaihtelevia, minkä vuoksi hoidon yksilöllistäminen on keskeistä. Kognitiivista käyttäytymisterapiaa käytetään laajasti epäsosiaalisen käyttäytymisen ensisijaisena hoitomuotona (Schoot ym., 2024). Kaikki eivät kuitenkaan tästä hoitomenetelmästä hyödy, ja sen tehokkuutta voi vaikeuttaa muun muassa hoitomotivaation puute, komorbidit häiriöt ja kyvyttömyys muodostaa luottamuksellinen hoitosuhde (Clercx, 2021). Biopalautehoitoa on esitetty lupaavana vaihtoehtona etenkin tilanteissa, joissa perinteiset hoitomuodot eivät ole olleet riittäviä, sillä sen etuna on mahdollisuus kohdentaa hoito yksilöllisiin neurobiologisiin mekanismeihin (Böttinger ym., 2024). Sitoutuminen hoitoon ja kyky biopalauteoppimiseen voivat kuitenkin osoittautua haasteiksi erityisesti yksilöille, joilla oirekuvaan sisältyy tunnekyllämyyttä, empatian puutetta ja psykopatiaa (Konicar ym., 2021).

Tutkimus on vielä alkuvaiheessa, mutta alustavat löydökset viittaavat siihen, että biopalaute voisi toimia tehokkaimmin osana laajempaa hoitointerventiota muiden terapiamuotojen rinnalla (Schoenberg & David, 2014).

1.4 Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen tavoite

Biopalautea on sovellettu yhä enemmän neuropsykiatrisiin häiriöihin ja mielenterveyshäiriöihin, mutta aihetta koskevat systemaattiset katsaukset ovat toistaiseksi keskittyneet melko laajoihin tai erillisiin aihealueisiin. Fielenbach ja kumppanit (2018) tarkastelivat biopalauteen käyttöä yleisesti rikollisuuteen liittyvissä häiriöissä, joihin lukeutui epäsosiaalisen käyttäytymisen lisäksi muita rikollispopulaatiossa esiintyviä häiriöitä, kuten päihdehäiriöitä ja skitsofreniaa. Babaskina ja kumppanit (2023) puolestaan tutkivat

biopalauteen soveltamista persoonallisuushäiriöiden hoidossa. Näissä katsauksissa ei kuitenkaan ole tarkasteltu erikseen biopalauteen vaikuttavuutta epäsosiaalisen käyttäytymisen tai siihen liittyvien häiriöiden hoidossa. Lasten ja nuorten epäsosiaaliseen käyttäytymiseen (esim. käytöshäiriöön tai uhmakkuushäiriöön) kohdistetuista biopalauteinterventioista ei ole tehty systemaattista katsausta; sen sijaan tutkimus on pitkälti keskittynyt ADHD:seen. Siispä on tarpeellista käsitellä tarkemmin, millaista näyttöä on saatavilla biopalauteesta juuri epäsosiaalisen käyttäytymisen hoitomenetelmänä sekä lapsilla että aikuisilla.

Systemaattisen katsauksemme tavoitteena on siis laajentaa käsitystä biopalauteen käytöstä epäsosiaalisen käyttäytymisen hoidossa ja selvittää, voiko sillä vähentää epäsosiaalista käyttäytymistä. Tutkimuskysymyksemme on:

– Millaisia vaikutuksia biopalautehoidolla on epäsosiaalisen käyttäytymisen vähentämisessä?

Aikaisempien tutkimusten perusteella hypotesimme on, että biopalautehoito voi auttaa vähentämään epäsosiaalisen käyttäytymisen eri osa-alueita.

2. Menetelmät

Tutkimus toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Tietokantahaku tehtiin 24.2. PubMed ja APA PsycINFO -tietokannoissa. Hakutulokset rajattiin vertaisarvioituihin artikkeleihin PsycInfossa. PubMedissä ei ollut erillistä rajausvaihtoehtoa vertaisarvioituille artikkeleille.

Hakulausekkeissa käytettiin seuraavia hakusanoja: (*neurofeedback or biofeedback*) AND (*"conduct disorder" OR "oppositional defiant disorder" OR "conduct problems" OR aspd OR "callous-unemotional" OR "antisocial personality disorder" OR psychopathy*). PubMedissä haku tehtiä käyttäen MESH-hakusanoja ja PsycInfossa ensin ilman DE hakusanoja ja sitten niiden kanssa, mutta DE hakusanojen käyttäminen ei tuonut lisää tuloksia. Tarkemmat hakulausekkeet raportoitu Liitteessä 1.

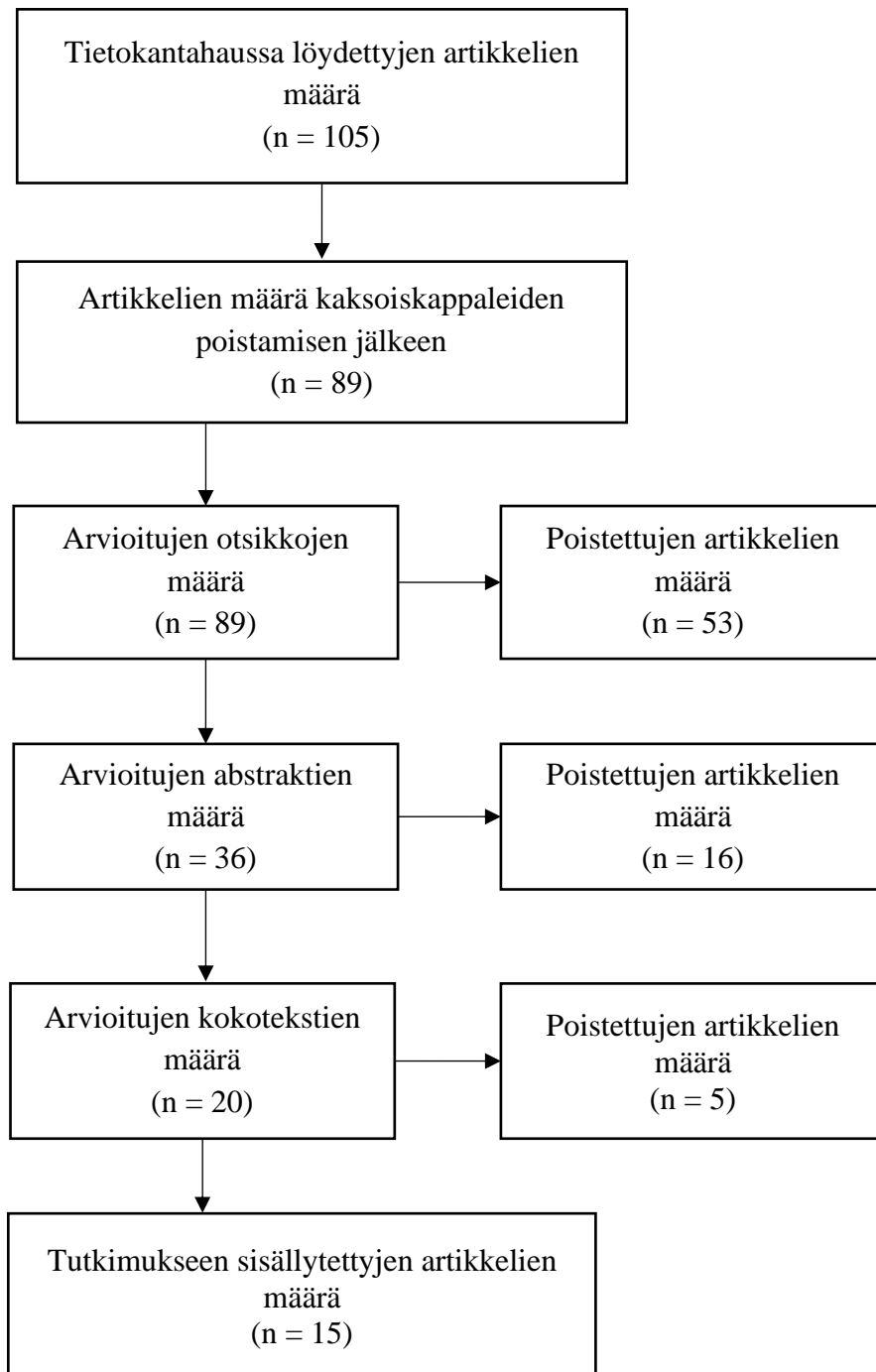
Artikkelien sisäänottokriteerit olivat: 1) tutkimuksissa on tutkittu biopalautehoidon vaikuttavuutta käytöshäiriöön, epäsosiaaliseen persoonallisuushäiriöön tai näihin liittyvään epäsosiaalisuuteen ja aggressiivisuuteen, 2) tutkimus on vertaisarvioitu ja 3) tutkimukset ovat saatavilla englannin kielellä. Poissulkukriteereitä olivat: 1) tutkimuksissa tutkittu ainoastaan ADHD:n tai päihteidenkäyttöön liittyvää käytösoireilua, 2) kyseessä on katsausartikkeli tai

kirjan luku ja 3) tutkimuksissa tutkittu ainoastaan EEG:n lähtökohtaisia löydöksiä ilman biopalautehoitoa.

Tutkimusten sisällyttäminen katsaukseen on kuvattu vuokaaviona Kuvassa 1. Hakutuloksena artikkeleja löytyi tietokannoista yhteensä 105, joista jäljelle jäi kaksoiskappaleiden poistamisen jälkeen 89. Artikkelit siirrettiin Rayyan-ohjelmaan. Nämä artikkelit käytiin sokkoutetusti ohjelmassa läpi sisäänotto- ja poissulkukriteerit huomioon ottaen. Ensimmäiseksi artikkelit käytiin läpi niiden otsikkojen perusteella, minkä jälkeen abstraktien läpikäymiseen jäi 36 tutkimusta. Artikkeleja poistettiin, koska niissä ei käytetty biopalautehoitoa interventiona tai kyseessä oli väärä populaatio. Abstraktien tarkastelun jälkeen kokonaistekstien arviointiin jäi 20 artikkelia. Yhtä artikkelia ei saatu kokonaistarkasteluun yrityksistä huolimatta. Artikkelit luettiin läpi ja lopulliseen katsaukseen valikoitui 15 artikkelia.

Seuraavassa vaiheessa katsaukseen sisältyviä artikkeleita luettiin tarkemmin läpi ja luotiin työskentelytaulukko, johon kerättiin systemaattisen katsauksen kannalta olennaisimmat tiedot. Kootut tiedot olivat tutkimuksen tekijät ja julkaisuvuosi, otoskoko, tutkittavien ikä ja diagnoosi, käytetty biopalauteinterventio, koeasetelma, mittarit ja päätulokset.

Kuva 1. Vuokaavio artikkelien valikoitumisprosessista systemaattiseen katsaukseen



3. Tulokset

3.1 Tutkimuksen aineisto

Tutkimuksen aineisto esitellään Taulukossa 1. Tähän katsaukseen valikoitui yhteensä 15 tutkimusta, joissa tarkasteltiin biopalautehoidon vaikutuksia epäsosiaaliseen käyttäytymiseen. Tutkimuksista kahdeksassa tutkittiin aikuisia ja seitsemässä lapsia ja nuoria. Näissä tutkimuksissa hyödynnettiin erilaisia biopalautehoidon menetelmiä, kuten EEG-pohjaista neurofeedbackia (n = 9), fMRI-pohjaista neurofeedbackia (n = 2), Sykevälivaihteluun perustuvaa biopalautehoitoa (n = 1), ihon sähköiseen vastukseen (engl. *skin resistance responses*, SSR) perustuvaa biopalautehoitoa (n = 1), ihon sähkönjohtavuustasoon perustuvaa biopalautehoitoa (n = 1) sekä ihon lämpötilaan ja lihasjännitykseen perustuvaa biopalautehoitoa (n = 1). Suurin osa tutkimuksista on toteutettu 2000-luvulla. Katsauksen tutkimuksista 12 on julkaistu vuoden 2000 jälkeen, ja niistä 8 on julkaistu vuoden 2010 jälkeen. Vain kolme tutkimusta on peräisin 1990-luvulta tai aiemmilta vuosikymmeniltä.

Tutkimusten kohdepopulaatiot edustivat monia ryhmiä, joilla esiintyy epäsosiaalista käyttäytymistä: psykopatia (n = 4), käytöshäiriö ja tunnekylmät piirteet (n = 6), aggressiivisuus (n = 2), epäsosiaalinen persoonallisuushäiriö (n = 3), rikollisuus (n = 6).

Tutkimuksiin osallistui yhteensä 267 koehenkilöä, joihin kuului sekä aikuisia että lapsia ja nuoria. Tutkimuksiin osallistuneiden henkilöiden ikä vaihteli 10–55 vuoden välillä, ja osallistujamäärät vaihtelivat tapaustutkimusten yksittäisestä koehenkilöstä laajempiin otoksiin, joissa oli jopa 40 koehenkilöä.

Tutkimusten koeasetelmat vaihtelivat merkittävästi eri tutkimuksissa, mikä heijastaa biopalautehoidon soveltamisen monimuotoisuutta. Satunnaistettuja kontrolloituja kokeita (engl. *randomized controlled trial*, RCT) oli yhteensä neljä kappaletta. Näistä kolmessa tutkimuksessa käytettiin aktiivista kontrolliryhmää, mikä mahdollisti vertailun biopalautehoidon ja toisinaan muilla hoitomenetelmillä varustettujen ryhmien välillä (Aggensteiner ym., 2024; Böttinger ym., 2024; Kappes & Thompson, 1985). Yhteensä neljä yhden ryhmän koeasetelmaa keskittyi biopalautehoidon alku- ja loppumittausten vertailuun, mikä antaa tietoa hoidon vaikutuksista ennen ja jälkeen interventioprosessin. Tapaustutkimuksia oli kolme; näistä yksi oli tapausarja, joka käsitti 13 tapaustutkimusta (Surmeli & Ertem, 2009). Lisäksi sisällytimme kaksi kvasikokeellista ei-vastineellisten ryhmien asetelmaa, joissa osallistujia ei jaettu satunnaisesti ryhmiin, vaan ryhmät valittiin

toisistaan eroavien ominaisuuksien perusteella (Mandelzys ym., 1981; Rush ym., 2017). Katsauksemme sisältyi myös yksi kahden ryhmän interventiotutkimus, jossa kahdelle eri ryhmälle sovellettiin erilaisia biopalauteprotokollia (Smith & Sams, 2016), sekä yksi tapaus-verrokkitutkimus, jossa biopalaute suoritettiin sekä psykopaateille että terveille verrokeille (Steinberg & Schwartz, 1976).

Biopalauteinterventiosessioiden määrä raportoitiin 13/15 tutkimuksessa ja sessioiden määrä vaihteli viidestä sessiosta 120 sessioon. Niiden kesto vaihteli puolesta tunnista tuntiin, ja kokonaisuudessaan interventiot kestivät muutamasta päivästä useaan kuukauteen.

Elektrodien sijainnit, MRI-laitteen ja EMG mittarin kohdealueet vaihtelivat menetelmän ja tutkimusasetelman mukaan. EEG-tutkimuksissa hyödynnettiin pääasiassa kansainvälistä 10–20-elektrodijärjestelmää (Larson, 2019; Surmeli & Ertem, 2009; Smith & Sams, 2016; Huang-Storms ym., 2007). Joissakin tutkimuksissa elektrodeja sijoitettiin erityisesti frontosentraalisten alueiden päälle (FCz; Konicar ym., 2015, 2021) tai tarkemmin määriteltyihin kohtiin, kuten oikeaan ohimolohkon ja otsalohkon päälle (Fisher, 2007).

fMRI-pohjaisessa neurofeedbackissa mittaukset kohdistuivat aivojen spesifisiin alueisiin, kuten vasemman aivopuoliskon anterioriseen insulaan (Sitaram ym., 2014) ja mantelitumakkeeseen tai insulaan (Böttinger ym., 2024). SCL-pohjaisessa biopalautehoidossa elektrodit sijoitettiin ei-dominantin käden keskisormeen ja nimettömään (Aggensteiner ym., 2024). Sydämen sykevaihteluun perustuvassa biopalautehoidossa elektrodit asetettiin rintalastan ylä- ja alaosan kohdalle (Steinberg & Schwartz, 1976).

Taulukko 1. Tutkimuksen aineisto

Julkaisutiedot	Koeasetelma	Lopullinen otoskoko (pudokkien määrä)	Ikä, vuosissa	Diagnoosi
Aggensteiner ym. (2024)	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	n = 37 (2) koeryhmä = 18 (1) kontrolliryhmä = 19 (1)	koeryhmä ka = 11.2 (SD = 2.09) kontrolliryhmä ka = 11.1 (SD = 1.88)	käytöshäiriö
Böttinger ym. (2024)	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	n = 25 koeryhmä n = 12 kontrolliryhmä n = 13	koeryhmä ka = 15.15 (SD = 1.622) kontrolliryhmä ka = 14.04 (SD = 1.527)	käytöshäiriö, tunnekylläisyyspiirteet
Fisher ym. (2007)	tapaustutkimus	n = 1	55	ADHD ¹ , kiintymyssuhdehäiriö, ASPD ²
Howard ym. (2013)	tapaustutkimus	n = 1	43	ASPD, epävaka persoonallisuushäiriö,

				huomionhakuinen persoonallisuus
Huang-Storms ym. (2007)	yhden ryhmän koeasetelma, jossa verrattu alku- ja loppumittauksia	n = 20 (10)	ka =10.43 (SD = 2.66)	käytöshäiriö
Kappes & Thompson (1985)	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	n = 26 koeryhmä n = 12 kontrolliryhmä n = 14	koeryhmä ka = 16 (ikähaarukka 15–18) kontrolliryhmä ka = 17 (ikähaarukka 14–19)	epäsosiaalinen käyttäytyminen
Konicar ym. (2015)	yhden ryhmän koeasetelma, jossa verrattu alku- ja loppumittauksia	n = 14	ka = 43.14 (SD = 11.52)	psykopatia (väkivaltarikolliset)
Konicar ym. (2021)	yhden ryhmän koeasetelma, jossa verrattu alku- ja loppumittauksia	n = 14	ka = 43.14 (SD = 11.52)	psykopatia (väkivaltarikolliset)

Larson (2019)	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	n = 21 (5) koeryhmä n = 6 (4) kontrolliryhmä n = 10 (1)	ka = 35 (SD = 9.80)	viha/aggressio, epäsosiaalinen käyttäytyminen (väkivaltarikolliset)
Mandelzys ym. (1981)	kvasikokeellinen ei- vastineellisten ryhmien asetelma	n = 40 koeryhmä n = 20 kontrolliryhmä n = 20	ka = 28	epäsosiaalinen käyttäytyminen (väkivaltarikolliset)
Rush ym. (2017)	kvasikokeellinen ei- vastineellisten ryhmien asetelma	n = 31 koeryhmä n = 14 kontrolliryhmä n = 17	koeryhmä ka = 10.10 (SD = 2.01) kontrolliryhmä ka 10.79 (SD = 2.59)	käytöshäiriö
Sitaram ym. (2014)	pilottitutkimus; yhden ryhmän koeasetelma, jossa verrattu alku- ja loppumittauksia	n = 4	ka = 31.5 (SD = 3.5)	psykopatia (seksuaalirikolliset)

Smith & Sams (2016)	interventiotutkimus, kaksi vertailuryhmää	n = 13 (5) koeryhmä n = 8 (5) kontrolliryhmä n = 5	13–17	epäsosiaalinen käyttäytyminen (nuorisorikolliset)
Steinberg & Schwartz (1976)	tapaus- verrokkitutkimus	n = 22 koeryhmä n = 10 kontrolliryhmä n = 12	koeryhmä ka = 18.3 kontrolliryhmä ka = 19.3	psykopatia
Surmeli & Ertem (2009)	tapaussarja (13 tapaustutkimusta)	n = 13	ka = 41.6 (SD = 5.8)	ASPD

¹ADHD = Attention Deficit Hyperactivity Disorder; ²ASPD = Anti-Social Personality Disorder

3.2 Arviointimenetelmät

Tutkimusten mittarit sekä päätulokset on esitetty Taulukossa 2. Tutkimuksissa käytetyt oiremuutoksiin liittyvät arviointimenetelmät voidaan luokitella neljään pääkategoriaan: psykopatiaan liittyvät mittarit, impulsiivisuuden ja aggression mittarit, käyttäytymisen ja tarkkaavaisuuden mittarit sekä mielenterveyteen ja persoonallisuuteen liittyvät mittarit. Tutkimuksissa hyödynnettiin yhteensä 25 erilaista mittaria, jotka olivat haastatteluja ja strukturoituja arviointimenetelmiä (n = 3; PCL-R, PCL:SV, International Disorder Examination), itseraportointikyselyjä (n = 16; LSRP, ASPQ, BPAQ, MOAS, FAF, CAS, RPQ, ICU, PAI, MMPI, SCL-90-R, SA-45, PSS, BIS/BAS-asteikko, SIS, Nowicki-Strickland-asteikko), havainnointi- ja käyttäytymisen arviointimenetelmiä (n = 2; BOSS, CBCL) sekä neuropsykologisia ja kognitiivisia testejä (n = 4; TOVA, IVA, Flanker task, MFFT).

3.2.1 Psykopatiaan liittyvät mittarit

Psykopatian arvioinnissa käytettiin neljää erilaista mittaria: Psychopathy Checklist: Screening Version (PCL:SV; Sitaram ym., 2014), Levenson Self-Report Psychopathy Scale (LSRP; Sitaram ym., 2014; 2021), Psychopathy Checklist – Revised (PCL-R; Konicar ym., 2021) ja Antisocial Personality Questionnaire (ASPQ; Howard ym., 2013).

PCL-R on yksi laajimmin käytetyistä psykopatian arviointimenetelmistä. Se on kliininen arviointityökalu, joka koostuu 20 eri piirteestä (esim. egosentrisyys, alhainen turhautumistoleranssi), jotka mittaavat psykopatian keskeisiä ominaisuuksia, kuten manipulatiivisuutta, impulsiivisuutta, emotionaalista kylmyyttä ja epäsosiaalista käyttäytymistä. PCL-R perustuu puolistrukturoituun haastatteluun ja rikos- sekä sairauskertomusten analysointiin, joten sen käyttö vaatii asiantuntijakoulutusta. PCL-R:llä on erittäin korkea sisäinen johdonmukaisuus (Cronbachin alfa > 0.85) sekä vahva arvioijien välinen luotettavuus (engl. *interrater reliability*). Mittari on validoitu laajasti rikosoikeudellisissa ja kliinisissä populaatioissa, ja se on yksi psykopatian arvioinnin kultastandardeista (Hare, 2003). PCL-R:n käyttöä kuitenkin rajoittaa se, että arviointi kestää 60–90 minuuttia, ja se vaatii erikoiskoulutusta tulokinnan varmistamiseksi.

PCL:SV on PCL-R:n lyhennetty versio, joka kehitettiin erityisesti rikosoikeudellisiin ja kliinisiin ympäristöihin, joissa tarvitaan nopeampaa psykopatian arviointia. PCL:SV sisältää 12 arvioitavaa ominaisuutta, jotka on jaettu kahteen faktoriin: emotionaaliset ja ihmissuhteisiin

liittyvät piirteet sekä epäsosiaalinen ja käyttäytymiseen liittyvä psykopatia. PCL:SV on osoittautunut luotettavaksi ja validiksi mittariksi, ja se korreloi vahvasti PCL-R:n kanssa (Hart ym., 1995). Sen vahva arvioijien välinen luotettavuus ja sisäinen johdonmukaisuus ovat korkeita (Cronbachin alfa > 0.80). Koska se on lyhyempi kuin PCL-R, sen käyttö on nopeampaa ja käytännöllisempää, mutta se ei tarjoa yhtä yksityiskohtaista kuvaa arvioitavasta henkilöstä.

LSRP on itsearviointikysely, joka mittaa psykopatian kahta pääulottuvuutta: ensisijainen psykopatia (kylmyys, manipulatiivisuus, empatian puute) ja toissijainen psykopatia (impulsiivisuus, heikko itsehillintä, rikollinen käyttäytyminen). Toisin kuin PCL-R ja PCL:SV, LSRP ei vaadi asiantuntijan tekemää arviointia, mikä tekee siitä nopeamman ja helpommin käytettävän mittarin laajoissa tutkimusasetelmissä ja ei-kliinisissä populaatioissa. LSRP on osoittanut hyvää sisäistä johdonmukaisuutta (Cronbachin alfa vaihtelee 0.70–0.85 faktoreittain) ja sen rakennevaliditeetti on saanut vahvistusta useissa tutkimuksissa (Levenson ym., 1995). Lisäksi se korreloi vahvasti PCL-R:n kanssa, mikä tukee sen käyttökelpoisuutta psykopatian arvioinnissa. Koska se on itsearviointimenetelmä, se on kuitenkin altis vastausvääristymille, kuten sosiaaliselle toivottavuudelle ja itsepetokselle.

ASPQ on itsearviointilomake, joka arvioi epäsosiaalisen persoonallisuushäiriön piirteitä, kuten impulsiivisuutta, empatiakyvyn puutetta, normirikkomuksia ja aggressiivisuutta. ASPQ on kehitetty erityisesti aikuisväestön arviointiin, ja se tarjoaa nopean ja tehokkaan menetelmän epäsosiaalisen käyttäytymisen kartoittamiseen ilman kliinistä haastattelua. ASPQ on osoittanut kohtalaista sisäistä johdonmukaisuutta (Cronbachin alfa 0.70–0.80) ja sen tutkimuskertojen välinen reliabiliteetti (eng. *test-retest reliability*) on myös tyydyttävä (Blackburn, 2007). Sen käyttöä kuitenkin rajoittaa se, ettei sitä ole laajasti normitettu eri kulttuureihin, mikä voi vaikuttaa sen yleistettävyyteen eri väestöryhmissä (Forth, Kosson & Hare, 2003).

3.2.2 Impulsiivisuuteen ja aggressioon liittyvät mittarit

Impulsiivisuuden ja aggression arviointiin käytettiin kuutta mittaria: State Impulsiveness Scale (SIS; Howard ym., 2013), Buss-Perry Aggression Questionnaire (BPAQ; Larson, 2019; Konicar ym., 2014), Modified Overt Aggression Scale (MOAS; Aggensteiner ym., 2014; Böttinger ym., 2024), Fragebogen zur Erfassung von Aggressivitätsfaktoren (FAF; Konicar ym., 2015), Clinical Anger Scale (CAS; Larson, 2019) ja Nowicki-Strickland Locus of Control Scale for Children (Kappes & Thompson, 1985).

SIS on itsearviointikysely, joka mittaa tilannesidonnaista impulsiivisuutta. Toisin kuin monet muut impulsiivisuuden arviointimenetelmät, jotka tarkastelevat yleistä taipumusta impulsiiviseen käyttäytymiseen, SIS keskittyy hetkellisiin muutoksiin impulsiivisuudessa eri tilanteissa. Mittari on suunniteltu erityisesti tarkastelemaan lyhytaikaisia muutoksia, joita esimerkiksi stressi, tunnetilat tai ympäristön ärsykkeet voivat aiheuttaa. SIS on osoittanut hyvää sisäistä johdonmukaisuutta (Cronbachin alfa > 0.80) ja sen rakennevaliditeetti on saanut tukea aiemmista tutkimuksista (Iribarren ym., 2011). Mittaria on kuitenkin tutkittu vielä suhteellisen vähän, ja sen käyttökelpoisuutta eri populaatioissa tulee arvioida lisää.

BPAQ on itsearviointikysely, joka mittaa aggression neljää ulottuvuutta: fyysinen aggressio, vihamielisyys, verbaalinen aggressio ja vihan hallinta. Se on yksi yleisimmin käytetyistä aggression arviointimenetelmistä, ja se soveltuu hyvin sekä tutkimuskäyttöön että kliinisiin arviointeihin. Alkuperäinen versio sisältää 29 kysymystä, mutta myöhemmin kehitetty lyhyempi versio (BPAQ-SF) sisältää vain 12 kysymystä, mikä mahdollistaa sen käytön myös aikarajoitteisissa tilanteissa. BPAQ on osoittautunut erittäin luotettavaksi mittariksi aggression eri ulottuvuuksien arvioinnissa. Sen sisäinen johdonmukaisuus on korkea (Cronbachin alfa 0.80–0.89 eri osa-asteikoilla), ja sen rakennevaliditeetti on saanut vahvistusta useista tutkimuksista (Diamond & Magaletta, 2006).

MOAS on havainnointiin ja raportointiin perustuva arviointimittari, joka mittaa aggression eri muotoja: sanallinen, fyysinen ja esineisiin kohdistuva aggressio. Mittari on erityisen hyödyllinen kliinisissä ympäristöissä, kuten psykiatrisissa sairaaloissa ja hoitolaitoksissa, joissa aggression hallinta on keskeistä. MOAS perustuu havaintojen kirjaamiseen ja pisteyttämiseen, mikä mahdollistaa aggressiivisen käyttäytymisen systemaattisen arvioinnin eri tilanteissa. MOAS on validoitu erityisesti psykiatrisessa ympäristössä, ja sen on osoitettu erottävän hyvin eri asteista aggressiivisuutta omaavia potilaita. Sen vahva arvioijien välinen luotettavuus on korkea, mikä tekee siitä luotettavan välineen kliinisissä arvioinneissa (Sorgi ym., 1991).

FAF on itsearviointikysely, joka mittaa vihamielisyyttä ja aggressiivisuutta nuorilla ja aikuisilla. Mittari perustuu teoreettiseen malliin, jossa aggressiivisuuden katsotaan olevan monitasoinen ilmiö, joka kattaa sekä käyttäytymisen että kognitiiviset ja emotionaaliset muuttujat. FAF arvioi erikseen suoraa ja epäsuoraa aggressiota sekä aggressiivisuuden taustalla olevia motiiveja. FAF:lla on hyvä sisäinen johdonmukaisuus ja se on osoittanut hyviä validiteettiarvoja saksankielisissä populaatioissa (Konicar ym., 2015). Sen käyttö on kuitenkin

rajoitettua saksalaisen normituksen vuoksi, mikä voi vaikuttaa sen sovellettavuuteen muissa kulttuureissa.

CAS on itsearviointikysely, joka arvioi aikuisten vihaisuutta ja siihen liittyvää käyttäytymistä. Se mittaa vihan voimakkuutta, sen ilmaisutapoja sekä siihen liittyviä ajattelumalleja. CAS on erityisen hyödyllinen kliinisissä ympäristöissä, joissa halutaan arvioida esimerkiksi vihan hallinnan ongelmia tai vihan yhteyttä muihin mielenterveyden haasteisiin, kuten masennukseen tai impulsiivisuuteen. CAS:lla on vahva sisäinen johdonmukaisuus (Cronbachin alfa > 0.85), ja sen rakennevaliditeetti on saanut vahvistusta useissa tutkimuksissa. Lisäksi mittari korreloi hyvin muiden vihaa ja aggressiota mittaavien asteikkojen kanssa, mikä tukee sen konvergenttia validiteettia (Snell, 1997).

Nowicki-Strickland-asteikko on itsearviointimenetelmä, joka mittaa lasten ja nuorten kontrolliuskomuksia, erityisesti sisäisen ja ulkoisen kontrollin eroa. Sisäinen kontrolli tarkoittaa uskomusta siitä, että oma käyttäytyminen vaikuttaa elämän tapahtumiin, kun taas ulkoinen kontrolli tarkoittaa käsitystä, että ulkoiset seikat, kuten sattuma tai muut ihmiset, määräävät tapahtumat. Mittari on kehitetty erityisesti lasten ja nuorten käyttöön, ja se on yksi laajimmin käytetyistä locus of control -asteikoista. Nowicki-Strickland-asteikolla on hyvä sisäinen johdonmukaisuus (Cronbachin alfa vaihtelee iän mukaan, mutta on tyypillisesti 0.70–0.80) ja sen rakennevaliditeetti on osoitettu useissa tutkimuksissa (Nowicki & Strickland, 1973). Se on validoitu erityisesti lapsilla ja nuorilla, ja sen normit ovat laajasti käytössä eri kulttuureissa.

3.2.3 Käyttäytymisen ja tarkkaavaisuuden mittarit

Tarkkaavaisuuden ja käyttäytymisen arvioinnissa käytettiin viittä mittaria: Behavior Observation of Students in Schools (BOSS; Rush ym., 2017), Test of Variables of Attention (TOVA; Smith & Sams, 2016; Huang-Storms ym., 2007; Surmeli & Ertem, 2009), Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA; Smith & Sams, 2016), Child Behavior Checklist (CBCL; Huang-Storms ym., 2007; Böttinger ym., 2024; Aggensteiner ym., 2024) ja Reactive-Proactive Aggression Questionnaire (RPQ; Aggensteiner ym., 2024).

BOSS on havaintoväline, joka on suunniteltu arvioimaan oppilaiden käyttäytymistä kouluympäristössä. Sen avulla voidaan tarkastella oppilaiden tarkkaavaisuutta, impulsiivisuutta, sosiaalisia taitoja ja akateemista käyttäytymistä. Mittari perustuu opettajan tekemään havainnointiin ja se tarjoaa tärkeää tietoa erityisesti koulussa esiintyvistä

käyttäytymisongelmista. BOSS on osoittautunut luotettavaksi ja päteväksi mittariksi tarkkaavaisuuden ja käyttäytymisen arvioinnissa koulukontekstissa (Shapiro, 2011). Sillä on vahva arvioijien välinen luotettavuus, ja sen on todettu erottavan tehokkaasti tarkkaavuushäiriöistä kärsivät oppilaat verrokkiryhmistä.

TOVA on tietokonepohjainen testiväline, joka mittaa tarkkaavaisuutta ja impulsiivisuutta. Se on suunniteltu erityisesti ADHD:n ja muiden tarkkaavuushäiriöiden arviointiin. Mittaamalla eri tehtävien suoritusajkoja ja virheitä saadaan testissä tietoa henkilön tarkkaavuuden ja impulsiivisuuden tasosta (Greenberg & Waldman, 1993). TOVA:lla on korkea test-retest-reliabiliteetti, ja sen on havaittu olevan sensitiivinen ADHD-diagnoosin kannalta. Se on standardoitu eri ikäryhmille, ja sen normit perustuvat laajoihin otoksiin (Leark ym., 2007).

IVA on testiväline, joka yhdistää visuaalisen ja auditiivisen jatkuvan suoritustestin elementit tarkkaavaisuuden ja impulsiivisuuden arvioimiseksi. Se on erityisen hyödyllinen ADHD:n diagnostiikassa, koska se mittaa henkilön kykyä ylläpitää tarkkaavuutta useiden tuntien ajan sekä visuaalisilla että äänen avulla annetuilla tehtävillä (Sandford, 1995; Seckler ym., 1995). IVA on osoittautunut hyödylliseksi tarkkaavuuden ja impulsiivisuuden arvioinnissa, ja sillä on vahva korrelaatio muiden ADHD:n arviointiin käytettävien mittareiden kanssa (Sandford & Turner, 1995). Testin sisäinen johdonmukaisuus ja toistettavuus ovat hyvät.

CBCL on laajalti käytetty lasten käytöshäiriöiden arviointiväline. Se tutkii laajasti lapsen käyttäytymistä, kuten ahdistuneisuutta, masennusta, aggressiivisuutta ja tarkkaavaisuuden häiriöitä. Mittari on itsereflektioiva ja se on suunniteltu vanhemmille, opettajille ja muille lasten kanssa työskenteleville ammattilaisille (Achenbach, 2000). CBCL:lla on korkea sisäinen johdonmukaisuus (Cronbachin alfa > 0.80 useilla asteikoilla), ja sen rakennevaliditeetti on vahva (Achenbach & Rescorla, 2001). Se on yksi eniten käytetyistä ja tutkituista lasten käyttäytymisen arviointimenetelmistä.

RPQ mittaa reaktiivista ja proaktiivista aggressiota, eli se erottelee eri aggressiomuodot ja niiden taustalla olevat motiivit (Raine ym., 2006). Reaktiivinen aggressio liittyy usein vihastumiseen ja impulsiivisuuteen, kun taas proaktiivinen aggressio liittyy suunniteltuun käyttäytymiseen. Mittari on erityisesti hyödyllinen tutkimuksessa, jossa halutaan erottaa nämä kaksi aggressiomallia ja niiden yhteys muihin psykologisiin ja sosiaalisiin tekijöihin. RPQ:n rakennevaliditeetti on vahva, ja sen faktorirakenne tukee kahta erillistä aggression ulottuvuutta

(reactive vs. proactive). Sen test-retest-reliabiliteetti on hyvä, ja se on osoittautunut luotettavaksi eri ikäryhmissä (Raine ym., 2006).

3.2.4 Mielenterveyteen ja persoonallisuuteen liittyvät mittarit

Mielenterveyden ja persoonallisuuden kategoriaan kuului seitsemän mittaria: Minnesota Multiphasic Personality Inventory (MMPI; Surmeli & Ertem, 2009; Steinberg & Schwartz, 1976), Symptom Checklist-90-Revised (SCL-90-R; Fisher, 2007), Symptom Assessment-45 Questionnaire (SA-45; Surmeli & Ertem, 2009), Perceived Stress Scale (PSS; Larson, 2019), International Personality Disorder Examination (IPDE; Howard ym., 2013), Personal Attribute Inventory (PAI; Kappes & Thompson, 1985) ja Inventory of Callous-Unemotional Traits (ICU; Aggensteiner ym., 2024). Näiden mittareiden käyttö edellyttää asiantuntevaa tulkintaa ja joidenkin kohdalla myös kliinistä koulutusta.

MMPI on yksi laajimmin käytetyistä persoonallisuuden ja psykopatologian arviointimenetelmistä (Hathaway & McKinley, 1943). MMPI mittaa laajasti persoonallisuutta ja psykologisia oireita, kuten masennusta, ahdistuneisuutta ja psykopatiaa (Butcher, 2010). MMPI sisältää kymmenen kliinistä pääskaalaa sekä useita validiteettiskaaloja, joiden avulla voidaan arvioida vastaustyyliä (esim. liioittelua tai vähättelyä). Sen sisäinen johdonmukaisuus on vahva (Cronbachin alfa vaihtelee välillä 0.70–0.90) ja testin validiteettia tukee myös sen laaja käyttö kliinisissä, oikeuspsykologisissa ja tutkimuksellisissa konteksteissa (Lee ym., 2017).

SCL-90 R mittaa laajaa joukkoa psykologisia oireita, jotka on eroteltu yhdeksään oireulottuvuudeteen, kuten ahdistukseen, masennukseen ja psykoottisuuteen (Derogatis, 2010). SCL-90 R:llä on hyvä rakennevaliditeetti ja sen summamuuttujia (esim. Global Severity Index) käytetään laajasti psyykkisen oireilun yleisen tason mittaamiseen. SA-45 on lyhennetty ja tiivistetty versio SCL-90-R:stä, ja se keskittyy erityisesti ahdistukseen ja masennukseen (Maruish, 2004). Se sisältää SCL-90-R:n tavoin eri oirekategorioihin jakautuvia väittämiä, joiden avulla voi mitata nopeasti mutta kattavasti psyykkisten oireiden yleiskuvaa. SA-45:n reliabiliteetti on hyvä; Cronbachin alfa vaihtelee tyypillisesti välillä 0.70–0.80 (Davison ym., 1997).

PAI on puolestaan persoonallisuuden itsearviointimenetelmä, joka keskittyy etenkin yksilön minäkäsityksen ja itsetunnon arviointiin (Kappes & Parish, 1979). Se sisältää myös kliinisiä skaaloja, joilla arvioidaan esimerkiksi ahdistuneisuutta, aggressiivisuutta ja impulsiivisuutta.

Mittari on validoitu laajasti sekä kliinisissä että ei-kliinisissä populaatioissa (Morey, 1991). PSS mittaa puolestaan subjektiivista stressin kokemusta eli sitä, kuinka kuormittavana henkilö pitää elämässään tapahtuvia asioita ja kuinka hallittavaksi hän ne kokee (Cohen ym., 1983).

IPDE on puolistrukturoitu kliininen haastattelu, joka on DSM:n ja ICD:n mukaisten persoonallisuushäiriöiden arviointiin (Loranger ym., 1994). Se koostuu haastatteluosuudesta ja itsearviointilomakkeesta, jotka kattavat eri persoonallisuushäiriöiden diagnostiset kriteerit ja arvioivat yksilön pitkäaikaisia käyttäytymismalleja ja persoonallisuuden piirteitä. IPDE:n arvioijien välinen luotettavuus on useimpien häiriöiden yhteydessä hyvä, ja se on testimenetelmänä validoitu monissa kulttuureissa ja eri väestöryhmissä (Loranger ym., 1994).

ICU mittaa tunnekyllymyötä, empatian puutetta ja syyllisyydentunteen vähäisyyttä (Essau ym., 2006). ICU on kehitetty erityisesti lasten ja nuorten arviointiin, ja sitä käytetään usein osana käytöshäiriöiden ja varhaisten psykopatiapiirteiden arviointia. ICU:n kolmiulotteinen rakenne (Callousness, Uncaring, Unemotional) on saanut tukea useissa tutkimuksissa, ja testillä on hyvä sisäinen johdonmukaisuus (Cronbachin alfa 0.70–0.80) (Deng ym., 2019). Tunnekyllmien piirteiden tunnistaminen on osoittunut kliinisesti ja etiologian kannalta merkittäväksi käytöshäiriöstä kärsivien lasten ja nuorten joukossa.

3.2.5 Kognitiiviset ja impulsiivisuutta mittaavat testit

Kognitiivisten ja impulsiivisuutta mittaavien testien tavoitteena on arvioida tarkkaavaisuutta, impulsiivisuutta ja kognitiivisten prosessien hallintaa. Näitä testejä ovat Flanker Task (Howard ym., 2013; Konicar ym., 2015), Behavioral Inhibition and Behavioral Activation Scales (BIS/BAS; Konicar ym., 2015) sekä Matching Familiar Figures Test (MFFT; Kappes & Thompson, 1985).

Flanker Task mittaa tarkkaavaisuuden hallintaa ja kykyä suodattaa pois häiriötekijöitä (Eriksen & Eriksen, 1974). Tehtävässä osallistujan tulee vastata kohdeärsykkeeseen samalla, kun häiriöärsykkeet voivat joko tukea oikeaa vastausta (kongruentti) tai häiritä sitä (inkongruentti). Suorituskykyä arvioidaan vasteajoilla ja virheiden määrällä. Flanker-tehtävä on validoitu laajasti tarkkaavaisuuden ja kognitiivisen kontrollin tutkimuksissa, ja se soveltuu eri ikäryhmille (Howard ym., 2013).

BIS/BAS on itsearviointimenetelmä, joka arvioi impulsiivisuuteen liittyviä motivaatiopiirteitä sekä yksilön herkkyyttä rangaistuksille ja palkkioille (Carver & White, 1994). Kysely soveltuu

hyvin nuorille ja aikuisille, ja sillä on tutkittu olevan hyvä reliabiliteetti ja validiteetti (Cronbachin alfa > 0.80).

MFFT on puolestaan neuropsykologinen arviointimenetelmä, joka mittaa päätöksenteon impulsiivisuutta ja kognitiivista tyyliä reflektiivisyyden ja impulsiivisuuden jatkumolla (Kagan ym., 1964). Arviointimenetelmä on kehitetty lapsille, mutta sitä käytetään myös nuorten ja aikuisten tutkimuksissa. MFFT:llä on hyvä validiteetti erityisesti tarkkaavaisuushäiriöiden ja käytösongelmien yhteydessä, ja sen avulla voidaan tulkita lapsen kognitiivisen prosessoinnin taipumuksia (Viator ym., 2022).

3.3 Biopalautehoidon vaikutus käyttäytymiseen

Aineestomme sisältyneiden tutkimusten tulokset tarjoavat alustavaa näyttöä siitä, että biopalautehoitoa hyödyntävät interventiot voivat vaikuttaa epäsosiaalisen käyttäytymisen ilmenemiseen. Ilmiö on ollut havaittavissa sekä aivokuvantamiseen että fysiologisiin mittausmenetelmiin perustuvan biopalautehoidon yhteydessä, mutta tulokset ovat toistaiseksi alustavia, ja ryhmien väliset erot jäävät usein vähäisiksi. Interventioita yhdistää pyrkimys vaikuttaa aivojen itsesäätelykykyyn, jonka myötä myös oireiden ilmenemisessä on havaittu muutosta. Etenkin tunteiden, tarkkaavaisuuden ja käyttäytymisen säätelyn kannalta olennaisten aivoalueiden aktiivisuuden muutokset ovat olleet tutkimuksissa kiinnostuksen kohteena. Tutkimuksissa käytetyt interventiot ja päätulokset on esitetty Taulukossa 2.

Tutkimuksista 11/15 viittaa siihen, että biopalautehoidon avulla voidaan vähentää epäsosiaalista käyttäytymistä. Näiden lisäksi kahdessa tutkimuksessa ilmeni aivotoiminnan aktiivisuuden muutoksia ja biopalauteoppimista, mutta nämä muutokset eivät heijastuneet muutoksiin käytösmittareilla (Steinberg & Schwartz, 1976; Larson, 2019). Biopalautehoito on osoittanut vaikuttavuutta etenkin käytöshäiriöiden hoidossa (Aggensteiner ym., 2024; Böttinger ym., 2024; Huang-Storms ym., 2007; Rush ym., 2017), mutta psykopaattisten ja tunnekylmien piirteiden yhteydessä sen hyödyntäminen on osoittautunut haastavammaksi ja tutkimustuloksissa esiintyy ristiriitaisuutta (Sitaram ym., 2014; Steinberg & Schwartz, 1976).

Taulukko 2. Interventio ja tulokset

Tutkimus	Interventio		Elektrodien tai muiden mittauslaitteiden sijainti	Käytösmuutosten mittarit	Tiivistelmä päätuloksista	Efektikoko
	Toteutettu interventio ja sessioiden määrä + kesto	Vertailumenetelmä				
Aggensteiner ym. (2024)	SCL ¹ -biofeedback 20 x 40 min 20 viikossa. Lähtötasoisien vireyden mukaan SCL:n säätely ylös tai alas (up-regulation ja down-regulation).	Psykoedukaatio ja lyhytterapia	Ag-AgCl elektrodit ei-dominantin käden keskisormi ja nimetön	MOAS ² , CBCL ³ , ICU ⁴ , RPQ ⁵	Merkitsevästi vähentynyt aggressiivisuus (MOAS) ja ulospäinsuuntautuva ongelmakäyttäytyminen (CBCL) vain koeryhmällä. Muutoksissa ei kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä koe- ja kontrolliryhmän välisiä eroja. Up-regulation-tilanteessa merkittävää biopalauteoppimista. Itsesäätelyn oppimisen muutos yhteydessä kliiniseen muutokseen.	Koeryhmä, Hedgesin g: MOAS: $g = 0.36, p = .020$ CBCL, eksternalisoivat oireet: $g = 1.08, p = .010$ CBCL, uhmakkuushäiriön alaluokka: $g = 0.88, p = .053$ CBCL, käytöshäiriön alaluokka: $g = 0.84, p = .021$ CBCL ja itsesäätelyn oppiminen: $r = -0.621, p = .041$
Böttinger ym. (2024)	rtfMRI-NF ⁶ , 10 x 45 min 10 viikossa	Neuvolapalveluja, terapiaa ja mahdollisesti lääkehoitoa riippuen yksilöllisistä tarpeista	Individualisoitu AMG-NF ⁷ tai INS-NF ⁸ , paikantaminen tunteiden vastaavuustehtävän perusteella. Alue, joka osoitti selvintä hypoaktiivisuutta (manteliumake tai insula) valittiin NF-kohdealueeksi.	MOAS, CBCL	Molemmissa ryhmissä oireiden lievenemistä CBCL-mittarilla eli käytöshäiriön oireissa, mutta ei merkitsevää ryhmien välistä eroa eli hoitomenetelmät yhtä tehokkaita. Ei tilastollisesti merkitsevää muutosta MOAS-mittarilla eikä tunnekylymissä piirteissä koe- tai kontrolliryhmällä. Koeryhmällä lisääntynyt aktiivisuus aivojen kohdealueella (ROI), erityisesti AMG-NF ryhmällä. ROI-aktiivisuuden muutoksella korrelaatio kliinisen parannuksen kanssa.	CBCL: $\eta^2 = 0.312, p = .008$ MOAS: $\eta^2 = 0.157, p = .075$ CBCL ja ROI ⁹ -aktiivisuus: $r = 0.602, p = .038$

Fisher ym. (2007)	EEG ¹⁰ , 87 x 30 min 8 kuukauden ajan	Ei kontrolliryhmää	Oikea ohimolohko ja oikea otsalohko	SCL-90-R ¹¹	Biopalautehoidon jälkeen oireet vähentyneet tai loppuneet kokonaan; merkittävät muutokset SCL-90-R:n kaikilla osa-alueilla. Biopalauteella oli vaikutusta etenkin vireystilan laskemiseen ja tunteiden säätelyn kehittymiseen. Kyseinen biopalautehoitoprotokolla vaikutti vahvistavan oikean otsalohkon kykyä hillitä manteliumakkeen taistele-pakene-jähmety- reaktiota. Biopalautehoito antoi koehenkilölle kyvyn säädellä tunteitaan tavalla, johon “aiempi terapia ja lääkitys eivät olleet pystyneet”.	Efektikokoja ei raportoitu
Howard ym. (2013)	EEG, 42 x 1 h sessiota 2 viikon jaksoissa 2 viikon tauoilla + 3 lisäsessiota 3kk seurannassa	Ei kontrolliryhmää	FCz ¹²	Flanker task, SIS ¹³ , International Disorder Examination, ASPQ ¹⁴	Koehenkilö koki selvästi hyötyneensä interventiosta sekä kognitiivisten kykyjensä että tunne- ja käyttäytymissäätelynsä osalta. Suoriutuminen parani Flanker-tehtävässä, ja elektrokortikaaliset muutokset viittasivat vähentyneeseen emotionaaliseen impulsiivisuuteen ja hermostolliseen disinhibitioon hoidon jälkeen.	Efektikokoja ei raportoitu
Huang-Storms ym. (2007)	EEG, 30 x 30 min	Ei kontrolliryhmää	Kansainvälinen 10-20 elektrodijärjestelmä + yksilöllistetyt protokollat	CBCL, TOVA ¹⁵	Ulospäinsuuntautuva ongelmakäyttäytyminen (CBCL) vähenivät merkittävästi suurella efektikoolla, myös sisäiset oireet lievenivät ja vaikutus oli keskisuuri. Lisäksi tarkkaavuuden ongelmat ja impulsiivisuus (TOVA) lievenivät	CBCL: Yhteensä: $d = 0.78, p < .001$ Ulkoiset ongelmat: $d = 0.94, p = .001$ Sisäiset ongelmat: $d = 0.59, p < .01$ TOVA: Omissiivirheet: $d = 0.60, p = .042$

					keskisuurella efektikoolla.	Komissiovirheet: $d = 0.64, p = .011$ Kokonaisvariabiliteetti: $d = 0.63, p = .04$
					Suurimmalla osalla lapsista CBCL- ja TOVA-pistemäärät laskivat kliinisesti merkittävistä tasoista normaaliin tasoon.	
Kappes & Thompson (1985)	Biofeedback (ihon lämpötila ja lihasjännitys), 10 x 30 min.	Kontrolli-interventioryhmällä videopelien pelaaminen, ei biopalautea.	EMG ¹⁶ -laite	MFFT ¹⁷ , Nowicki-Strickland Locus of Control Scale for Children, PAI ¹⁸	Koe- ja kontrolliryhmän välillä ei muita merkitseviä eroja paitsi impulsiivisuuden vähenemisessä, jossa vain biopalaute-ryhmällä merkittävä muutos. Molemmilla ryhmillä locus of control -testissä muutos kohti ”sisäistä kontrollia” eli kokemus paremmasta hallinnasta omasta toiminnasta. Lisäksi molemmilla ryhmillä myönteisempi minäkuva (PAI).	MFFT impulsiivisuus, koeryhmä vs. kontrolli: $t(1,10) = 5.37, p < .05$
Koniar ym. (2015)	EEG, SCP ¹⁹ ; 25 x 30 min 5 viikossa	Ei kontrolliryhmää	FCz	FAF ²⁰ , BPAQ ²¹ , BIS/BAS ²² , Flanker test	Fyysinen aggressio (BPAQ) ja impulsiivinen lähestymiskäyttäytyminen (BAS) vähenivät merkittävästi. Lisäksi parempi behavioraalinen inhibiitio biopalautehoidon jälkeen (Flanker task). SCP-differentaation lisääntyminen ja korrelaatio käytösmuutosten kanssa: mitä suurempi SCP-differentaatio, sitä suuremmat muutokset BPAQ- ja BAS-skaaloilla.	BPAQ: $d = 0.53$ BAS: $d = 0.89$ Flanker, oikeat vastaukset: $t(13) = 1.84, p = .045$ BPAQ ja SCP-differentaatio: $r = -0.49, p = .037$ BAS ja SCP-differentaatio: $r = -0.47, p = .046$
Koniar ym. (2021)	EEG, SCP; 25 x 30 min 5 viikossa	Ei kontrolliryhmää	FCz	PCL-R ²³	Biopalauteen jälkeen havaittiin merkittävää hitaiden aaltojen (delta ja theeta) aktiivisuuden vähenemistä ja ihon sähkönjohtavuuden (SCL) alenemista. Alhaisemmat pistemäärät psykopaatin elämäntyyli- ja antisosiaalisuusfaktoreilla ennustivat parempaa itsesäätelykykyä biopalautehoidossa. Delta- ja	Delta: $t(13) = 3.344, p = .005$ Theeta: $t(13) = 2.544, p = .024$ SCL: $t(13) = -3.565, p = .008$

					theetataajuuksien aktiivisuuden lasku oli suurinta yksilöillä, joilla korkeat psykopatiapistet.	
Larson (2019)	EEG; qEEG ²⁴ , 10 x 1h	Tavanomainen hoito, ei raportoitu tarkemmin.	Kansainvälinen 10–20 elektrodijärjestelmä, mittaukset prefrontaali-, frontaali- ja temporaalialueilta (FP1, FP2, F3, F4, T3 ja T4) ²⁵	BPAQ, PSS ²⁶ , CAS ²⁷	Biopalautehoito vaikutti koeryhmän aivoaaltojen aktiivisuuteen merkitsevästi, erityisesti High Beta -aalloissa T4- ja T3-alueilla, mikä voi liittyä tunnesäätelyyn ja stressivasteeseen. Kontrolliryhmän pre-post qEEG-aivokartoissa ei muutosta. Itsearvioiduilla käytösmittareilla ei havaittu merkitseviä muutoksia biopalautehoidon jälkeen eikä eroja koe- ja kontrolliryhmän välillä.	T4-alueen High Beta, koeryhmä $d = 0.92$ ($p = .017$) T3-alueen High Beta, koeryhmä $d = 1.19$ ($p = .024$) Aggressiivisuus, koeryhmä $d = 0.44$ ($p = .09$) Aggressiivisuus, kontrolliryhmä $d = 0.16$ ($p = .132$)
Mandelzys ym. (1981)	EEG, 5 x 1 h	Ei interventiota.	Kansainvälinen 10–20 elektrodijärjestelmä, mittaukset oikean takaraivo- (O2) ja otsalohkoalueilta.	kokeenjälkeinen itsearviointikysely	Biopalauteharjoittelu ei vaikuttanut merkittävästi väkivaltaisten vankien käyttäytymiseen tai oireisiin. Biopalaute ei parantanut alfa-aktiivisuuden hallintaa eikä vähentänyt kortikaalista yliaktiivisuutta. Ei eroa koe- ja kontrolliryhmän välillä.	Efektikokoja ei raportoitu.
Rush ym. (2017)	HRV ²⁸ biofeedback, 12 x 30 min. Lisäksi mindfulness-harjoituksia.	Tavanomainen hoito: viikoittaista psykoedukaatiota ja ryhmätyöskentelyä.	Sykemittari kiinnitettynä koehenkilön korvalehteen tai sormeen.	BOSS ²⁹	Biopalauteryhmän ja kontrolliryhmän välillä havaittiin merkitseviä eroja sekä on-task käyttäytymisen lisääntymisessä että off-task käyttäytymisen vähenemisessä, efektikoko oli suuri. On-task käyttäytyminen lisääntyi ja off-task käyttäytyminen väheni vain biopalauteryhmällä merkitsevästi.	Ryhmiä väliset erot: BOSS, on-task $t(29) = -1.971$ ($p = .058$), $d = 0.710$ BOSS, off-task $t(29) = 2.730$ ($p = .011$), $d = 0.985$

Sitaram ym. (2014)	fMRI ³⁰ , 4–12 sessiota 1–3 päivän aikana.	Ei kontrolliryhmää.	Vasen anteriorinen insula	PCL:SV ³¹ , LSRP ³²	Korkeamman psykopatiapistemäärän omaavat henkilöt suoriutuivat itsesäätelyn harjoittelussa heikommin eli insulan BOLD ³³ -muutos ja PCL:SV-pistemäärä korreloivat negatiivisesti. Vain yksi koehenkilö oppi säätelemään insulan BOLD-signaalia useamman harjoittelukerran jälkeen. Onnistunut insulan säätely oli yhteydessä tunnesäätelyverkoston lisääntyneeseen konnektiivisuuteen. Onnistunut koehenkilö suoritti enemmän sessioita (12 sessiota neljässä päivässä) kuin muut koehenkilöt (neljä sessiota yhdessä päivässä).	Insulan BOLD-kasvun ja PCL:SV-pistemäärän korrelaatio $r = -0.7$ Insulan BOLD-kasvun ja konnektiivisuuden korrelaatio $r = 0.987$ Muita efektikokoja ei raportoitu.
Smith & Sams (2016)	EEG; qEEG, 20–40 sessiota	qEEG, analoginen tehtäväperustainen biopalaute (tehtävänä Tetriksen pelaaminen) ja HRV	Kansainvälinen 10–20 elektrodijärjestelmä	TOVA, IVA ³⁴	Ryhmällä 1 (vain qEEG) yhteistyökykyisyyden paraneminen vankilan henkilökunnan raportoimana. Ei tilastollisesti merkitsevää muutosta muilla mittareilla. Ryhmälle 2 sovellettiin perusteellisempaa, multimodaalista biopalautetta ja havaittiin merkittävä parannus auditiivisessa ja visuaalisessa tarkkaavaisuudessa. Ryhmän 2 yhteistyökykyisyydessä ei havaittu muutosta.	Ryhmä 1: Yhteistyökykyisyys pre: 2.9 → post: 6.7 ($p = .003$) Ryhmä 2: AAQ ³⁵ pre: 79.6 → post: 96.2 ($p = .049$) VAQ ³⁶ pre: 74.2 → post: 91.2 ($p = .043$)
Steinberg & Schwartz (1976)	Biofeedback, SSRR ³⁷ ja sydämen syke	Kontrolliryhmänä terveitä ei- psykopatiapiirteisiä yksilöitä, jotka suorittivat myös biopalautteen.	Ihon vastus: Elektrodit koehenkilön vasemman käden etu- ja keskisormen keskinivelillä. Sydämensyke: Elektrodit rintalastan ylä- ja alaosassa.	-	Koe- ja kontrolliryhmä onnistuivat biopalautteen jälkeen ihon vasteen laskemisessa, mutta vain kontrolliryhmä onnistui jossain määrin nostamaan sitä ($p < .009$). Koe- ja kontrolliryhmien sydämen sykkeen kontrollissa ei eroa.	Efektikokoja ei raportoitu.

Surmeli & Ertem (2009)	EEG; qEEG, 80–120 sessiota	Ei kontrolliryhmää.	Kansainvälinen 10/20 elektrodijärjestelmä	SA-45 ³⁸ , MMPI ³⁹ , TOVA	Merkittävä oireiden väheneminen 12/13 koehenkilöllä kaikilla mittareilla.	M(SD) pre – post SA-45: 116.15(37.25) – 74.23(24.19), $p = .002$ MMPI: 79.69(7.39) – 54.46(11.37), $p = .00$ Impulsiivisuus 1 (visual TOVA) 2.25(2.86) – 0.71(0.64), $p = .043$ Impulsiivisuus 2 (auditiivinen TOVA) 3.36(3.53) – 0.83(0.97), $p = .050$
------------------------	----------------------------	---------------------	---	---	---	--

¹SCL = Skin Conductance Level; ²MOAS = Modified Overt Aggression Scale; ³CBCL = Child Behavior Checklist; ⁴ICU = Inventory of Callous-Unemotional Traits; ⁵RPQ = Reactive-Proactive Aggression Questionnaire; ⁶rtfMRI-NF = Real-time functional Magnetic Resonance Imaging Neurofeedback; ⁷AMG-NF = Amygdala Neurofeedback; ⁸INS-NF = Insula Neurofeedback; ⁹ROI = Region of Interest; ¹⁰EEG = Electroencephalography; ¹¹SCL-90-R = Symptom Checklist-90-Revised; ¹²FCz = EEG-electrode position at frontal midline; ¹³SIS = Self-Report Impulsivity Scale; ¹⁴ASPQ = Aggression and Social Problems Questionnaire; ¹⁵TOVA = Test of Variables of Attention; ¹⁶EMG = Electromyography; ¹⁷MFFT = Matching Familiar Figures Test; ¹⁸PAI = Personality Assessment Inventory; ¹⁹SCP = Slow Cortical Potential; ²⁰FAF = Fragebogen zur aggressiven Verhalten; ²¹BPAQ = Buss-Perry Aggression Questionnaire; ²²BIS/BAS = Behavioral Inhibition System / Behavioral Activation System Scales; ²³PCL-R = Psychopathy Checklist-Revised; ²⁴qEEG = Quantitative Electroencephalography; ²⁵FP1, FP2, F3, F4, T3, T4 = EEG electrode sites (prefrontal, frontal, temporal); ²⁶PSS = Perceived Stress Scale; ²⁷CAS = Children's Aggression Scale; ²⁸HRV = Heart Rate Variability; ²⁹BOSS = Behavior Observation of Students in Schools; ³⁰fMRI = Functional Magnetic Resonance Imaging; ³¹PCL:SV = Psychopathy Checklist: Screening Version; ³²LSRP = Levenson Self-Report Psychopathy Scale; ³³BOLD = Blood-Oxygen-Level-Dependent; ³⁴IVA = Integrated Visual and Auditory Continuous Performance; ³⁵AAQ = Auditory Attention Quotient; ³⁶VAQ = Visual Attention Quotient; ³⁷SSRR = Skin Stimulus Response Ratio; ³⁸SA-45 = Symptom Assessment-45 Questionnaire; ³⁹MMPI = Minnesota Multiphasic Personality Inventory.

3.3.1 EEG-biopalautehoidon vaikuttavuus

Tutkimuksista yhdeksän toteutti biopalautehoitointervention EEG:n avulla. Tutkittavina oli näistä kahdessa tutkimuksessa lapsia tai nuoria, joilla oli todettavissa käytöshäiriö tai epäsosiaalista käyttäytymistä. Seitsemässä tutkimuksessa suoritettiin interventio aikuisille, joilla oli epäsosiaalinen persoonallisuushäiriö tai epäsosiaalisia piirteitä, kuten psykopatiapiirteitä.

Molemmissa lasten tai nuorten epäsosiaaliseen käyttäytymiseen keskittyvissä EEG-biopalaute tutkimuksissa (Huang-Storms ym. 2007; Smith & Sams, 2016) havaittiin muutoksia etenkin kognitiivisissa toiminnoissa: interventio vähensi impulsiivisuutta ja tehosti tarkkaavaisuuden ylläpitämistä keskisuurilla ja suurilla efekteillä. Smithin ja Samsin (2016) tutkimuksessa tarkkaavaisuus parani merkitsevästi vain toisella koeryhmällä, jolle sovellettiin perinteisen qEEG-biopalauteen lisäksi analogista tehtäväaktivoitua biopalautea sekä sydämen sykevälivaihtelun harjoittelua. Huang-Storms ja kumppanit (2007) havaitsivat myös merkittävän oireiden vähenemisen lasten eksternalisoivassa käyttäytymisessä, kuten aggressiivisuudessa ja sosiaalisissa ongelmissa.

Myös ASPD:n ja psykopatian yhteydessä havaittiin oiremuutoksia EEG-biopalautehoidon jälkeen. Biopalaute vähensi useammassa tutkimuksessa koehenkilöiden impulsiivisuutta ja lisäsi kokemusta omien tunteiden ja käyttäytymisen säätelyn hallinnasta (Fisher, 2007; Howard ym., 2013). Surmelin ja Ertemin (2009) käyttämällä qEEG-biopalauteella oli merkittävä vaikutus 12 koehenkilöön 13:sta. Koehenkilöillä havaittiin aggressiivisuuden ja psykopatiapiirteiden vähenemistä sekä käyttäytymisen inhibition kehittymistä. Konicar ja kumppanit (2015) havaitsivat myös vastaavan parannuksen psykopatiapiirteitä omaavien rikollisten käytöksellisessä inhibitiassa. Tutkimuksessa raportoitiin lisäksi oireiden lievenemistä fyysisen aggressiivisuuden ja impulsiivisen lähestymiskäyttäytymisen osa-alueilla keskisuurilla vaikutuksilla. Kahdessa EEG-tutkimuksessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta oireissa tai käyttäytymisessä; näistä molemmat kohdistuivat vihaan ja aggressioon (Mandelzys ym., 1981; Larson, 2019).

Suurin osa EEG-biopalautehoitoa tarkastelevista tutkimuksista selvitti myös biopalautehoidon myötä esiintyviä muutoksia aivoaaltojen aktiivisuudessa ja biopalaute tehtävien sujuvuudessa. Larsonin (2019) aggressiivisiin koehenkilöihin kohdennettu biopalauteinterventio ei tuottanut merkittäviä muutoksia itsearvioiduilla käyttäytymismittareilla, mutta hoito vaikutti

aivoaaltojen aktiivisuuteen alueilla ja taajuuksilla, joiden on tutkittu liittyvän tunnesäätelyyn ja stressivasteeseen. Aivotoiminnan muutosten ja oireiden lievenemisen välinen yhteys tuotiin esille muissakin tutkimuksissa; mitä paremmin koehenkilöt oppivat säätelemään kortikaalista aktiivisuutta, sitä selvemmin muutokset näkyivät myös oireissa (Konicar ym., 2015; Konicar ym., 2021). Konicar ja kumppanit (2021) havaitsivat jatkotutkimuksessaan lisäksi yhteyden psykopatiamittarin kokonaispistemäärän ja hermostollisten muutosten välillä, ja tämän mukaan korkeammat lähtökohtaiset kokonaispistemäärät psykopatiapiirteissä ennustivat merkittävämpää hitaiden aivoaaltojen aktiivisuuden vähenemistä biopalautteen aikana. Tulokset viittaavat biopalautteen avulla mahdollistuneeseen hermostolliseen plastisuuteen ja adaptiiviseen oppimiseen, mikä on ollut yhteydessä psykopatiapiirteiden lähtökohtaiseen voimakkuuteen.

3.3.2 fMRI-biopalautehoidon vaikuttavuus

Biopalautehoidon sovellettavuutta käytöshäiriöön ja ASPD:hen on tutkittu alustavasti myös fMRI-biopalautteen avulla. Aineistoomme sisältyvistä tutkimuksista kaksi toteutettiin reaaliaikaisena fMRI-biopalautteena (Sitaram ym., 2014; Böttinger ym., 2024). Sitaram ja kumppanit (2014) tutkivat rikollisten psykopaattien kykyä oppia biopalautteen avulla säätelemään aktiivisuutta tunteiden säätelyyn yhteydessä olevassa vasemman aivopuoliskon anteriorisessa insulassa (engl. *left anterior insula*). Säätely oli erityisen haastavaa korkeita psykopatian kokonaispistemääriä saaneille koehenkilöille, ja neljästä koehenkilöistä vain yksi onnistui tässä useamman harjoituskerran jälkeen. Onnistunut insulan aktiivisuuden lisääminen oli tällä koehenkilöllä yhteydessä myös tunteiden prosessoinnin muutoksiin.

Böttinger ja kumppanit (2024) sovelsivat reaaliaikaista fMRI-protokollaa nuoriin, joilla oli käytöshäiriö sekä tunnekyelmiä piirteitä. Biopalaute kohdistettiin yksilöllisesti joko mantelimumakkeeseen tai insulaan sen perusteella, kumpi osoitti tunteiden prosessointiin liittyvässä tehtävässä selvintä hypoaktiivisuutta. Tutkimuksessa havaittiin, että fMRI-biopalaute vaikutti yhtä tehokkaasti käytöshäiriön oireisiin kuin tavanomainen hoito, eli koe- ja kontrolliryhmän välillä ei havaittu merkitseviä eroja. Biopalautehoito paransi koeryhmän osallistujien itsesäätelyä erityisesti mantelimumakkeeseen kohdistettuna, mikä saattaa selittää havaittuja oiremuutoksia.

EEG-biopalautehoidon tavoin myös fMRI-biopalautteen vaikutuksissa havaittiin korrelaatio käytösmuutosten ja kohteena olleen aivoalueen aktiivisuuden muutosten välillä (Böttinger ym.,

2024; Sitaram ym., 2014). Biopalauteen onnistuminen ja itsesäätelyn oppiminen vaikuttavat kuitenkin olevan erityisen haastavia silloin, kun taustalla on syvään juurtuneita psykopatiapiirteitä.

3.3.3. Fysiologisiin mittausmenetelmiin perustuvan biopalauteen vaikuttavuus

Katsaukseen sisältyi myös fysiologisia biopalautelementtejä hyödyntäneitä interventioita, jotka toteutettiin mittaamalla autonomisen hermoston aktiivisuutta joko ihon sähkönjohtavuuden, sydämen sykevälivaihtelun tai lihasjännityksen mittausten avulla.

Fysiologisiin menetelmiin perustuvaa biopalautea hyödyntävistä tutkimuksista kolme keskittyi lasten tai nuorten käytöshäiriöön ja epäsosiaalisiin piirteisiin (Aggensteiner ym., 2024; Kappes & Thompson., 1985; Rush ym., 2017). Tulokset osoittivat samansuuntaista näyttöä EEG-biopalauteen vaikutusten kanssa; kahdessa tutkimuksessa tutkittavien impulsiivisuus, aggressiivisuus ja muu ulospäinsuuntautuva ongelmakäyttäytyminen vähenivät merkittävästi (Kappes & Thompson, 1985; Aggensteiner ym., 2024). Biopalautehoito ja tavanomainen hoito vaikuttivat näissä kahdessa tutkimuksessa lasten oireisiin yhtä tehokkaasti, eli biopalaute-ryhmien ja aktiivisten kontrolliryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Rush ja kumppanit (2017) tutkivat biopalautehoidon jälkeisiä oiremuutoksia alakouluikäisten oppilaiden käyttäytymisessä ja havaitsivat keskisuuren efektin koulutehtäviin keskittymisen paranemisessa ja suuren efektin muita häiritsevän käytöksen vähenemisessä. Tässä tutkimuksessa biopalauteen havaittiin puolestaan olevan tilastollisesti merkitsevästi tehokkaampi kuin kontrolliryhmän vastaanottama tavanomainen hoito. Biopalauteoppimista vaikuttaa esiintyvän myös fysiologisten menetelmien yhteydessä; itsesäätelyn oppimisen muutos on ollut yhteydessä oiremuutosten voimakkuuteen (Aggensteiner ym., 2024).

Steinberg ja Schwartz (1976) tarkastelivat ihon sähkönjohtavuuden muutoksiin perustuvaa biopalautehoitoa henkilöillä, joilla oli psykopatiapiirteitä. Tutkimuksessa havaittiin selvää biopalauteoppimista, joka selitti koehenkilöiden kykyä kontrolloida vireystilaansa elektrodermaalisen aktiivisuuden puolesta toistuvien harjoitusten myötä. Tutkimuksessa ei kuitenkaan selvitetty mahdollisia oireissa tapahtuvia muutoksia, joten itsesäätelyn oppimisen yhteydestä varsinaisiin psykopatiapiirteisiin ei ole mahdollista muodostaa päätelmiä.

4. Pohdinta

Tässä systemaattisessa katsauksessa tarkastelimme biopalautehoidon vaikutuksia epäsosiaalisen käyttäytymisen hoidossa. Tutkimme biopalautehoidon erilaisten menetelmien (EEG, fMRI, fysiologiset mittausmenetelmät kuten HRV) vaikutuksia ja sisällytimme katsauksemme sekä aikuisiin, lapsiin että nuoriin kohdennettuja interventioita, jotta saisimme laajemman kuvan hoidon toimivuudesta.

4.1 Keskeiset tulokset

Tutkimustulokset viittaavat siihen, että biopalautehoitoa hyödyntävät interventiot voivat vaikuttaa myönteisesti epäsosiaalisen käyttäytymisen lievittämiseen, mutta nämä johtopäätökset perustuvat vielä varsin rajoitettuun ja vaihtelevaan aineistoon. Tutkimusten perusteella on havaittu, että biopalautehoidon avulla voidaan parantaa aivojen itsesäätelyä, mikä on heijastunut muutoksiin oireissa. Useat tutkimukset osoittavat, että interventioilla on mahdollisuus vähentää impulsiivisuutta ja aggressiivisia piirteitä (Huang-Storms ym., 2007; Smith & Sams, 2016), mutta tulokset ovat hyvin alustavia. Tutkimuksiin liittyy ongelmia kontrolliryhmien puutteen ja pitkän aikavälin vaikutusten arvioinnin suhteen, joten tuloksiin on suhtauduttava kriittisesti. Aiheeseen liittyen tarvitaan lisää laadukasta tutkimusta, joka vahvistaa näiden interventioiden tehokkuutta suhteessa tavanomaiseen hoitoon ja vähentää mahdollisia sekä metodologisia että raportointiin liittyviä epätarkkuuksia.

EEG:hen perustuva biopalautehoito on selvästi käytetyin ja tutkituin muoto epäsosiaalisen käyttäytymisen yhteydessä. Tutkimukset, kuten Huang-Stormsin ja kumppaneiden (2007) sekä Smithin ja Samsin (2016), ovat keskittyneet erityisesti lasten ja nuorten käytöshäiriöiden tutkimiseen EEG-biopalauteen avulla. Näissä tutkimuksissa havaittiin merkittäviä käytösmuutoksia; esimerkiksi Huang-Storms ja kumppanit (2007) raportoivat, että lasten ulospäin suuntautuva ongelmakäyttäytyminen väheni intervention seurauksena merkittävästi. Smithin ja Samsin (2016) tutkimuksessa tarkkaavuus parani erityisesti perusteellisemmassa hoito-ohjelmassa, jossa EEG-biopalaute yhdistettiin sydämen sykevälivaihtelun harjoitteisiin. Myös aikuisväestöön kohdistetuissa tutkimuksissa EEG-biopalautehoidolla on havaittu olevan myönteisiä vaikutuksia, erityisesti impulsiivisuuden hallinnassa (Fisher ym., 2007; Konicar ym., 2015; Surmeli & Ertem, 2009). Hoitovaste vaikuttaa kuitenkin vaihtelevan oirealueittain, sillä kahdessa vihaa ja aggressiota tarkastelevassa tutkimuksessa ei raportoitu tilastollisesti merkitseviä oiremuutoksia (Larson, 2019; Mandelzys ym., 1981).

Useat aikuisväestöön kohdistetuista tutkimuksista olivat luonteeltaan tapaustutkimuksia (Fisher ym., 2007; Howard ym., 2013), mikä heikentää mahdollisuutta muodostaa laajempia tulkintoja hoitomenetelmän tehosta. Tuloksia tulkittaessa on myös tärkeää pitää mielessä kontrollin puute; vaikka esimerkiksi Huang-Stormsin ja kumppaneiden (2007) sekä Konicarin ja kumppaneiden (2015) tutkimukset antoivat viitteitä intervention vaikuttavuudesta, ei tutkimuksissa ollut ollenkaan kontrolliryhmää, johon tehokkuutta olisi voinut verrata. Smithin ja Samsin (2016) tutkimuksessa käytettiin puolestaan erilaisia interventioita eri ryhmille eikä tässäkään tutkimuksessa ollut selkeää kontrolliryhmää.

Reaaliaikaiseen fMRI:hin perustuva biopalautehoito on vielä kehitysvaiheessa. Nykyisten fMRI-tutkimusten perusteella ei voida vakuuttavasti sanoa, voidaanko fMRI-biopalauteella vaikuttaa yksilöllisesti kohdentaen tunteiden säätelyyn, tarkkaavaisuuteen ja käyttäytymiseen (Böttinger ym., 2024; Sitaram ym., 2014). Böttinger ja kumppanit (2024) havaitsivat, että biopalautehoito vähensi merkittävästi nuorten käytöshäiriön oireita, ja biopalauteen vaikuttavuus oli verrattavissa tavanomaisen hoidon vaikuttavuuteen eli hoitomenetelmät olivat yhtä tehokkaita. Huomioitavaa on kuitenkin, että nämä tulokset ovat vielä alustavia, joten on tarpeen toteuttaa lisää tutkimusta kliinisen tehokkuuden varmistamiseksi. Erityisesti olisi tarpeen tutkia, miten fMRI-biopalautehoito vertautuu muuhun kuvantamiseen perustuvaan biopalautehoitoon, kuten EEG:hen ja fysiologisiin mittausmenetelmiin, joilla on saatu lupaavampia tuloksia epäsosiaalisen käyttäytymisen hoidossa (Huang-Storms ym., 2007; Rush ym., 2017).

Fysiologisiin mittausmenetelmiin perustuva biopalautehoito on ollut merkittävässä osassa aihetta koskevaa tutkimusta. Systemaattisessa katsauksessamme on tarkasteltu useita eri fysiologisia mittausmenetelmiä, kuten sydämen sykevälivaihtelua ja ihon sähkönjohtavuuden mittauksia. Tutkimukset, kuten Aggensteinerin ja kumppaneiden (2024) sekä Rushin ja kumppaneiden (2017), ovat osoittaneet, että fysiologisiin menetelmiin perustuvat interventiot voivat vaikuttaa merkittävästi erityisesti nuorten impulsiivisuuden ja aggressiivisen käyttäytymisen vähenemiseen. Tutkimukset perustuvat kuitenkin usein pieniin ja hyvin heterogeenisiin otoksiin, minkä vuoksi yleistettävyyks on kyseenalaista.

On tärkeää huomioida, että biopalautehoitojen ja aktiivisten kontrolliryhmien väliset erot eivät aina olleet suuria, mikä viittaa siihen, että biopalautehoito on ollut tehokkuudeltaan pitkälti tavanomaisen hoidon tasolla. Lisätutkimukselle on tarvetta hoidon tehostamisen ja erojen tuntemiseksi. Ainoastaan yhdessä neljästä RCT-tutkimuksesta havaittiin tilastollisesti

merkitsevä ero koe- ja kontrolliryhmän välillä, ja ero oli havaittavissa vain impulsiivisuuden skaalalla (Kappes & Thompson, 1985). Kokonaisuudessaan katsaus osoittaa, että biopalautehoidon vaikuttavuuden arviointi edellyttää jatkossa laajempaa ja laadukkaampaa, erityisesti RCT-asetelmiin perustuvaa tutkimusnäyttöä.

4.2 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Katsauksemme auttaa laajentamaan käsitystä epäsosiaalisen käyttäytymisen hoitona käytettävistä menetelmistä perinteisten hoitomuotojen ulkopuolella. Erilaisten hoitomenetelmien vaikuttavuuden tutkiminen on tärkeää, sillä epäsosiaalinen käyttäytyminen voi johtaa vakaviin seurauksiin sekä yksilölle että ympäristölle. Usein jo varhain lapsuudessa ja nuoruudessa ilmenevä ongelmakäyttäytyminen voi pitkittyessään kehittyä esimerkiksi epäsosiaaliseksi persoonallisuushäiriöksi. Siksi varhainen tunnistaminen ja tehokkaiden interventioiden kehittäminen on keskeistä haitallisen kehityskulun ehkäisemiseksi.

Tutkimuksemme on ensimmäinen systemaattinen kirjallisuuskatsaus, joka kokoaa yhteen tutkimustietoa eri biopalautehoitomenetelmien vaikuttavuudesta epäsosiaalisen käyttäytymisen vähentämisessä. Katsauksemme tulokset ovat yhteneväisiä aiemman tutkimustiedon kanssa, jonka mukaan yksilöllistetty biopalaute voi olla mahdollinen interventiomenetelmä epäsosiaaliseen käyttäytymisen hoidossa. Katsauksessamme korostuu kuitenkin jatkotutkimuksen ja toistettavuuden tarve, jotta biopalautehoidon vaikuttavuudesta muihin hoitomenetelmiin verrattuna voi muodostaa johtopäätöksiä.

Tutkimuksemme toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena, ja siihen sisällytetyt tutkimusartikkelit valittiin useasta eri tietokannasta. Näille luotiin erilliset hakulausekkeet, joihin valittiin tietokantakohtaisesti sopivia avainsanoja (Liitteessä 1). Tämä varmisti mahdollisimman laajan pääsyn aihetta käsitteleviin tutkimusartikkeleihin. Kaikki katsauksemme tutkimukset olivat vertaisarvioituja ja täyttivät sisäänotto- ja poissulkukriteeriemme vaatimukset. Katsauksemme vahvuutena on sen toteuttaminen parityönä, sillä tutkimusartikkelien soveltuvuus arvioitiin sokkoutetusti kahden henkilön toimesta.

Katsauksemme sisältyneissä tutkimuksissa esiintyy suurta heterogeenisyyttä biopalauteprotokollien, koeasetelmien ja käytettyjen mittarien suhteen. Satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia oli aineistossa mukana neljä, minkä lisäksi kahdessa tutkimuksessa oli mukana kontrolliryhmä ilman satunnaistamista. Muissa yhdeksässä tutkimuksessa ei ollut

kontrolliryhmää, mikä vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Tutkimusten tulokset antavat siis viitteitä biopalautehoidon toimivuudesta, mutta niiden paremmuudesta suhteessa tavanomaisiin hoitomenetelmiin ei näiden tutkimusten pohjalta voi muodostaa päätelmiä. Kokeellisten tutkimusten lisäksi sisällytimme katsaukseen myös kolme tapaustutkimusta, jotka tukivat käsitystä biopalauteen vaikuttavuudesta mutta joiden yleistettävyyttä ja luotettavuus ovat heikkoja.

Katsauksemme valikoituneissa tutkimuksissa käytettiin useita eri mittareita, mikä voi vaikuttaa tulosten vertailukelpoisuuteen. Tutkimuksissa hyödynnetyt käytösmittarit ovat kuitenkin pääasiallisesti yleisesti käytettyjä ja psykometrisiltä ominaisuuksiltaan laadukkaita. Osa aineistoon kuuluvista mittareista perustuivat itsearvioon; tutkittavien käsitys tutkijan odotuksista ja toivottavista oiremuutoksista on saattanut vaikuttaa näillä mittareilla tehtyihin itsearviointeihin. Tutkimuksen vahvuutena on kuitenkin aivokuvantaminen ja fysiologisten reaktioiden mittaaminen, joissa havaitut muutokset ovat osaltaan vahvistaneet käytösmittareilla havaittuja muutoksia.

Suurin osa biopalautehoitoa käsittelevästä tutkimuksesta on toteutettu pienillä otoskoilla interventiomenetelmän vaatimien resurssien ja vaikeasti tutkittavan populaation takia. Kaikki katsaukseen sisältyneistä kokeellisista tutkimuksista olivat siis otoskooltaan suhteellisen pieniä; otoskoot vaihtelivat neljän ja 40 välillä. Epäsosiaaliset yksilöt muodostavat tutkimuksellisesti haastavan väestön, jolle hoitoon hakeutuminen ja hoitomotivaation ylläpitäminen voi olla erityisen vaikeaa (McCrae, 2012). Biopalauteinterventiot edellyttävät tyypillisesti useita kymmeniä hoitokertoja, jotka toteutetaan viikkojen tai jopa kuukausien aikana, mikä voi selittää suurta pudokkaiden määrää. Hoidon kesken jättäneiden määrä saattaa taas vaikuttaa hoidon vaikuttavuuden arviointiin ja tutkimustulosten yleistettävyyteen.

Biopalauteen, erityisesti neurofeedbackin, käyttö psykologisten ja neuropsykiatristen häiriöiden hoidossa on edelleen suhteellisen uusi tutkimusalue. Tämän vuoksi monet aiheeseen liittyvät tutkimukset ovat alustavia pilottitutkimuksia, joissa otoskoot ovat rajallisia ja joista vakiintuneet käytännöt vielä puuttuvat. Erilaisten biopalautehoitomenetelmien varhainen tutkimusvaihe korostuu etenkin fMRI-tutkimuksissa, joita oli aiheeseen liittyen saatavilla vain kaksi. Siispä varsinkin fMRI-biopalauteen vaikuttavuudesta ei vielä tässä vaiheessa voi muodostaa luotettavia johtopäätöksiä.

Biopalauteen yksilöllistäminen ja riittävä sessioiden määrä ovat biopalauteoppimisen ja hoidon onnistumisen kannalta tärkeitä, jotta toivotut muutokset voivat heijastua myös käyttäytymiseen. Hoidon suhteen on kuitenkin vielä epäselvyyksiä siitä, kuinka monta hoitosessiota itsesäätelyn oppimiseen vaaditaan ja kuinka vaikuttavaa biopalaute on pidemmällä aikavälillä. Hoitomenetelmän kehittämistä ajatellen on siis tarpeen laatia standardoituja menettelytapoja, joita biopalauteessa noudatetaan.

Katsauksen heikkoutena on myös joidenkin tutkimusten tulosten puutteellinen raportointi ja tilastollisten analyysien puute. Katsaukseen sisältyi kolme huomattavasti varhaisemmin toteutettua tutkimusta (Kappes & Thompson, 1985; Mandelzys ym., 1981; Steinberg & Schwartz, 1976) ja niissä käytetyt protokollat eroavat merkittävästi nykyaikaisemmista tutkimuksista. Lisäksi osasta niistä puuttuivat tilastolliset analyysit, mikä heikentää vertailukelpoisuutta. Vastaavalla tavalla myös kahdessa tapaustutkimuksessa (Fisher ym., 2007; Howard ym., 2013) raportoitiin käytösmuutoksia vain laadullisesti. Steinberg ja Schwartz (1976) sekä Konicar ja kumppanit (2021) keskittyivät tutkimuksissaan vain koehenkilöiden kyvykkyyteen oppia itsesäätelyä biopalauteen avulla ja tutkivat aivoaaltojen aktiivisuudessa tapahtuvia muutoksia. Näissä tutkimuksissa ei selvitetty mahdollisia yhteyksiä käyttäytymisessä tapahtuviin muutoksiin.

Sisällytimme katsauksemme sekä lapsiin ja nuoriin että aikuisiin kohdistettuja biopalauteinterventioita, joten eri tutkimuksissa raportoidut keski-ikä sijoittuivat laajasti 10–55 ikävuosien välille. Tämä antaa toisaalta laajemman käsityksen biopalauteen sovellettavuudesta eri ikävaiheissa, mutta saattaa myös vaikuttaa tutkimusten vertailtavuuteen ja löydösten yleistettävyyteen. Tutkimuksen tuloksia saattavat vääristää myös pitkän biopalautehoito-ohjelman aikana esiintyvät sekoittavat muuttujat, jotka vaikeuttavat tulkintaa siitä, ovatko kaikki oiremuutokset juuri biopalauteen vaikutusta.

Suuren ikäjakauman lisäksi katsauksessa tarkastellut tutkimukset kattavat laajasti erilaisia väestöryhmiä. Useassa tutkimuksessa keskityttiin rikollispopulaatioihin – sekä nuoriin että aikuisiin – minkä ohella mukana on ollut muita kliinisiä ja ei-kliinisiä ryhmiä. Miehet muodostavat selvän enemmistön tutkimuksiin osallistujista; tämä kuitenkin kuvastaa osaltaan epäsosiaalisen käyttäytymisen yleistä sukupuolijakaumaa ja tarjoaa realistisen näkymän väestöön, johon biopalauteinterventiota todennäköisimmin sovelletaan (Burt ym., 2018).

4.3 Sovellusmahdollisuudet ja jatkotutkimus

Vaikka tutkimuksemme perusteella biopalaute voi toimia tehokkaana apuvälineenä epäsosiaalisen käyttäytymisen hoidossa, menetelmän laajempi käyttöönotto edellyttää huolellista suunnittelua ja lisätutkimusta sen vaikuttavuudesta ja sovellettavuudesta eri yhteyksissä.

Biopalautehoidolla on monia potentiaalisia käyttökohteita. Kliinisessä ympäristössä sitä voitaisiin hyödyntää osana kokonaisvaltaista hoitointerventiota, esimerkiksi yhdistettynä kognitiiviseen käyttäytymisterapiaan. Erityisesti käytöshäiriöiden hoidossa sen hyödyt ovat nousseet esiin, ja sen on osoitettu tukevan hoitotuloksia esimerkiksi nuorilla potilailla, kun sitä sovelletaan yhdessä perhesuhteiden ja sosiaalisten taitojen vahvistamisen kanssa (Zhang & Zhang, 2023).

Biopalaute tarjoaa lupaavan lähestymistavan myös koulutussektorilla (Rush ym. 2017). Kouluympäristössä sitä voitaisiin tutkia sekä oppimisvaikeuksien että käyttäytymishäiriöiden ennaltaehkäisyssä ja hoidossa. Se voi tarjota koulupsykologeille konkreettisen työkalun oppilaiden käyttäytymisen seurantaan ja säätelyyn, mikä puolestaan voi parantaa oppimisilmapiiriä ja koulutuloksia sekä ehkäistä myöhempää epäsosiaalista käyttäytymistä.

Impulsiivisuus, psykopatia ja ulospäinsuuntautuva ongelmakäyttäytyminen ovat rikollisuutta ennustavia ja rikollispopulaatioissa yleisesti esiintyviä piirteitä, ja biopalautehoitoa onkin sovellettu useassa tutkimuksessa juuri vankeihin (esim. Konicar ym., 2015; Larson, 2019; Smith & Sams, 2016). Rikollisten itsesäätelyä kehittämällä ja sen avulla epäsosiaaliseen käyttäytymiseen vaikuttamalla pyritään interventioilla estämään uusintarikollisuutta. Biopalautea voidaan siis rikollisuudenkin yhteydessä hyödyntää osana kokonaisvaltaista kuntoutusta.

Jatkotutkimuksen tarpeen kannalta erityisesti pitkittäistutkimukset tai laajemmat seuranta-ajat ovat keskeisiä, jotta voidaan arvioida hoidon pysyviä vaikutuksia. Tutkimuksissa tulisi myös tarkastella biopalautehoidon yhdistämistä muihin käyttäytymisterapeuttisiin menetelmiin ja sen soveltuvuutta eri konteksteihin. Tutkimuksissa on hyödynnettävä monipuolisempia tutkimusasetelmia, jotka huomioivat eri diagnoosiryhmiä, ikäluokkia ja kulttuuritaustoja.

4.4 Lopuksi

Biopalautehoito näyttäytyy tämän systemaattisen katsauksen perusteella lupaavana vaihtoehtoisena lähestymistapana epäsosiaalisen käyttäytymisen vähentämisessä. Erityisesti EEG:hen ja fysiologisiin mittareihin perustuvat interventiot voivat tukea itsesäätelytaitojen kehitystä ja tarjota arvokkaan lisän perinteisten hoitomuotojen rinnalle – etenkin silloin, kun hoitoa vaativa käyttäytyminen on monimuotoista ja vaikeasti hoidettavaa.

Kuitenkin tutkimusnäyttö on vielä osittain hajanaista, ja monet tutkimukset ovat pieniä ja menetelmällisesti heikosti kontrolloituja, mikä rajoittaa tulosten yleistettävyyttä ja luotettavuutta. Heterogeeniset interventiot ja lyhyet seuranta-ajat vaikeuttavat edelleen pitkäaikaisvaikutusten arviointia. Biopalautehoidon vakiinnuttaminen osaksi epäsosiaalisen käyttäytymisen hoitomenetelmiä edellyttää standardoitujen hoitokäytäntöjen kehittämistä ja paremmin kontrolloitujen tutkimusten toteuttamista, jotta hoidon vaikuttavuus ja soveltuvuus eri kohderyhmille voidaan osoittaa luotettavaksi.

Lähteet

*-merkintä tarkoittaa, että artikkeli oli sisällytetty systemaattiseen katsaukseen

Achenbach, T. M. (2000). *Child Behavior Checklist for Ages 6–18*. Burlington, VT:

University of Vermont, Research Center for Children, Youth, & Families.

<https://doi.org/10.1037/t47452-000>

Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2001). *Manual for the ASEBA School-Age Forms & Profiles*. Burlington, VT: *University of Vermont, Research Center for Children, Youth, & Families.*

*Aggensteiner, P.-M., Böttinger, B., Baumeister, S., Hohmann, S., Heintz, S., Kaiser, A.,

Häge, A., Werhahn, J., Hofstetter, C., Walitza, S., Franke, B., Buitelaar, J.,

Banaschewski, T., Brandeis, D., & Holz, N. E. (2024). Randomized controlled trial of individualized arousal-biofeedback for children and adolescents with disruptive behavior disorders (DBD). *European Child & Adolescent Psychiatry*, 33(9), 3055–3066. <https://doi.org/10.1007/s00787-023-02368-5>

Alegria, A. A., Wulff, M., Brinson, H., Barker, G. J., Norman, L. J., Brandeis, D., Stahl, D., David, A. S., Taylor, E., Giampietro, V., & Rubia, K. (2017). Real-time fMRI

- neurofeedback in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Human brain mapping*, 38(6), 3190–3209. <https://doi.org/10.1002/hbm.23584>
- Arns, M., Heinrich, H., & Strehl, U. (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD: the long and winding road. *Biological psychology*, 95, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.013>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Bauer, L. O., & Hesselbrock, V. M. (2001). EEG, autonomic and subjective correlates of the risk for alcoholism. *Journal of Studies on Alcohol*, 62(5), 634–643. <https://doi.org/10.15288/jsa.2001.62.634>
- Barry, R. J., Clarke, A. R., McCarthy, R., Selikowitz, M., Rushby, J. A., & Ploskova, E. (2004). EEG differences in children as a function of resting-state arousal level. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 115(2), 402–408. [https://doi.org/10.1016/s1388-2457\(03\)00343-2](https://doi.org/10.1016/s1388-2457(03)00343-2)
- Beauchaine, T. P. (2015). Future directions in emotion dysregulation and youth psychopathology. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 44(5), 875–896. <https://doi.org/10.1080/15374416.2014.982279>
- Blackburn R. (2007). Personality disorder and antisocial deviance: comments on the debate on the structure of the psychopathy checklist-revised. *Journal of personality disorders*, 21(2), 142–159. <https://doi.org/10.1521/pedi.2007.21.2.142>
- Blair, R. J. J. (2013). The neurobiology of psychopathic traits in youths. *Nature reviews. Neuroscience*, 14(11), 786–799. <https://doi.org/10.1038/nrn3577>
- Buckholtz, J. W., Treadway, M. T., Cowan, R. L., Woodward, N. D., Benning, S. D., Li, R., Ansari, M. S., Baldwin, R. M., Schwartzman, A. N., Shelby, E. S., Smith, C. E., Cole, D., Kessler, R. M., & Zald, D. H. (2010). Mesolimbic dopamine reward system hypersensitivity in individuals with psychopathic traits. *Nature neuroscience*, 13(4), 419–421. <https://doi.org/10.1038/nn.2510>
- Burt, S. A., Slawinski, B. L., & Klump, K. L. (2018). Are there sex differences in the etiology of youth antisocial behavior?. *Journal of abnormal psychology*, 127(1), 66–78. <https://doi.org/10.1037/abn0000324>
- Butcher, J. N. (2010). Minnesota multiphasic personality inventory. *The Corsini Encyclopedia of Psychology*, 1-3. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0573>

- *Böttinger, B. W., Aggensteiner, P.-M., Hohmann, S., Heintz, S., Ruf, M., Glennon, J., Holz, N. E., Banaschewski, T., Brandeis, D., & Baumeister, S. (2024). Exploring real-time functional magnetic resonance imaging neurofeedback in adolescents with disruptive behavior disorder and callous unemotional traits. *Journal of Affective Disorders*, 345, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.10.036>
- Caspi, A., McClay, J., Moffitt, T. E., Mill, J., Martin, J., Craig, I. W., ... & Poulton, R. (2002). Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children. *Science*, 297(5582), 851–854. <https://doi.org/10.1126/science.1072290>
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67(2), 319–333. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.2.319>
- Coburn, K. L., Lauterbach, E. C., Boutros, N. N., Black, K. J., Arciniegas, D. B., & Coffey, C. E. (2006). The value of quantitative electroencephalography in clinical psychiatry: a report by the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 18(4), 460–500. <https://doi.org/10.1176/jnp.2006.18.4.460>
- Coccaro, E. F., Sripada, C. S., Yanowitch, R. N., & Phan, K. L. (2011). Corticolimbic function in impulsive aggressive behavior. *Biological Psychiatry*, 69(12), 1153–1159. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2011.02.032>
- Cohen, S. & Williamson, G. (1988). Perceived stress in a probability sample of the United States. In S. Spacapan S and Oskamp (Eds.), *The social psychology of health*. Newbury Park CA: Sage.
- Clercx, M., de Vogel, V., Lancel, M., & Keulen-de Vos, M. (2021). The influence of therapy alliance and treatment motivation in patients with Cluster B personality disorders on incidents in forensic hospitals. *Journal of Forensic Practice*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/JFP-05-2021-0022>
- Davison, M. L., Bershatsky, B., Bieber, J., Silversmith, D., Maruish, M. E., & Kane, R. L. (1997). Development of a Brief, Multidimensional, Self-Report Instrument for Treatment Outcomes Assessment in Psychiatric Settings: Preliminary Findings. *Assessment*, 4(3), 259–276. <https://doi.org/10.1177/107319119700400306>

- Deng, J., Wang, M. C., Zhang, X., Shou, Y., Gao, Y., & Luo, J. (2019). The Inventory of Callous Unemotional Traits: A reliability generalization meta-analysis. *Psychological assessment, 31*(6), 765–780. <https://doi.org/10.1037/pas0000698>
- Derogatis, L. R., & Unger, R. (2010). Symptom checklist-90-revised. *The Corsini encyclopedia of psychology, 1-2*. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0970>
- Deilami, M., Jahandideh, A., Kazemnejad, Y., Fakour, Y., Alipoor, S., Rabiee, F., Pournesaie, G. S., Heidari, R. N., & Mosavi, S. A. (2016). The Effect of Neurofeedback Therapy on Reducing Symptoms Associated with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Case Series Study. *Basic and clinical neuroscience, 7*(2), 167–171. <https://doi.org/10.15412/J.BCN.03070211>
- Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5TM, 5th ed (ss. xlv, 947). (2013). *American Psychiatric Publishing, Inc.* <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Diamond, P. M., & Magaletta, P. R. (2006). The short-form Buss-Perry Aggression Questionnaire (BPAQ-SF): A validation study with federal offenders. *Assessment, 13*(3), 227–240. <https://doi.org/10.1177/1073191106287666>
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & psychophysics, 16*(1), 143-149. <https://doi.org/10.3758/BF03203267>
- Essau, C. A., Sasagawa, S., & Frick, P. J. (2006). Callous-unemotional traits in a community sample of adolescents. *Assessment, 13*(4), 454-469. <https://doi.org/10.1177/1073191106287354>
- Farrington, D. P. (2005). Childhood origins of antisocial behavior. *Clinical Psychology & Psychotherapy, 12*(3), 177–190. <https://doi.org/10.1002/cpp.448>
- Fenton, G. W., Tennent, T. G., Fenwick, P. B. C., & Rattray, N. (1974). The EEG in antisocial behaviour: A study of posterior temporal slow activity in Special Hospital patients. *Psychological Medicine, 4*(2), 181–186. <https://doi.org/10.1017/S003329170004201X>
- Fielenbach, N., Cima, M., Arntz, A., & Muris, P. (2018). The effectiveness of neurofeedback in the treatment of antisocial behavior: A systematic review. *Aggression and Violent Behavior, 40*, 60–67. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2017.00313>

- *Fisher, S. F. (2007). Neurofeedback, affect regulation and attachment: A case study and analysis of anti-social personality. *International Journal of Behavioral Consultation and Therapy*, 3(1), 109–117. <https://doi.org/10.1037/h0100171>
- Floyd, R. G., & Gupta, A. (2023). Handbook of Psychological Assessment in Primary Care Settings (2nd ed.). New York, NY: Springer Publishing Company.
- Forth, A. E., Kosson, D. S., & Hare, R. D. (2003). The Psychopathy Checklist: Youth Version (PCL:YV). Toronto, ON: Multi-Health Systems.
- Frick, P. J., & White, S. F. (2008). Research review: The importance of callous–unemotional traits for developmental models of aggressive and antisocial behavior. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49(4), 359–375. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01862.x>
- Frick, P. J., & Viding, E. (2009). Antisocial behavior from a developmental psychopathology perspective. *Development and Psychopathology*, 21(4), 1111–1131. <https://doi.org/10.1017/S0954579409990071>
- Frick, P. J., Ray, J. V., Thornton, L. C., & Kahn, R. E. (2014). Annual research review: A developmental psychopathology approach to understanding callous–unemotional traits in children and adolescents with serious conduct problems. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(6), 532–548. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12152>
- Gao, Y., Raine, A., Venables, P. H., Dawson, M. E., & Mednick, S. A. (2010). Association of poor childhood fear conditioning and adult crime. *American Journal of Psychiatry*, 167(1), 56–60. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2009.09040499>
- Geisler, F. C. M., Vennewald, N., Kubiak, T., & Weber, H. (2010). The impact of heart rate variability on subjective well-being is mediated by emotion regulation. *Personality and Individual Differences*, 49(7), 723–728. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.06.015>
- Gevensleben, H., Moll, G. H., Rothenberger, A., & Heinrich, H. (2014). Neurofeedback in attention-deficit/hyperactivity disorder - different models, different ways of application. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 846. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00846>
- Greenberg, L. M., & Waldman, I. D. (1993). Developmental normative data on the Test of Variables of Attention (T.O.V.A.). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34(6), 1019–1030. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1993.tb01105.x>
- Groppe, D. M., Bickel, S., Keller, C. J., Jain, S. K., Hwang, S. T., Harden, C., & Mehta, A. D. (2013). Dominant frequencies of resting human brain activity as measured by the

- electrocorticogram. *NeuroImage*, 79, 223–233.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.04.044>
- Hare, R. D. (2003). *Manual for the Revised Psychopathy Checklist (2nd ed.)*. Toronto, ON: *Multi-Health Systems*
- Hart, S. D., Hare, R. D., & Forth, A. E. (1995). *Manual for the Psychopathy Checklist: Youth Version (PCL:YV)*. Toronto, ON: *Multi-Health Systems*.
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: An update. *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 305–336. <https://doi.org/10.1080/10874208.2011.623090>
- Harmony, T. (2013). The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7, 83. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00083>
- Hathaway, S. R., & McKinley, J. C. (1943). *The Minnesota Multiphasic Personality Inventory*. Minneapolis, MN: *University of Minnesota Press*.
- Hodgins, S., Cree, A., Alderton, J., & Mak, T. (2010). Anxiety disorders among offenders with antisocial personality disorders: A distinct subtype? *Canadian Journal of Psychiatry*, 55(12), 784–791. <https://doi.org/10.1177/070674371005501205>
- *Howard, R., Schellhorn, K., & Lumsden, J. (2013). A biofeedback intervention to control impulsiveness in a severely personality disordered forensic patient. *Personality and Mental Health*, 7(2), 168–173. <https://doi.org/10.1002/pmh.1231>
- *Huang-Storms, L., Bodenhamer-Davis, E., Davis, R., & Dunn, J. (2007). QEEG-Guided Neurofeedback for Children with Histories of Abuse and Neglect: Neurodevelopmental Rationale and Pilot Study. *Journal of Neurotherapy*, 10(4), 3–16.
https://doi.org/10.1300/J184v10n04_02
- Iribarren, D. J., Jiménez, M. I., & García, M. J. (2011). Psychopathy and antisocial behavior in adolescents: The role of callous-unemotional traits. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 11(1), 1–19.
- Kagan, J., Rosman, B. L., Day, D., Albert, J., & Phillips, W. (1964). Matching Familiar Figures Test (MFF, MFFT) [Database record]. *APA PsycTests*.
<https://doi.org/10.1037/t09907-000>
- Kappes, B., A Parish, T. (1979). The personal attribute inventory: A measure of self-concepts and personality profiles. *Educational and Psychological Measurement*, 39, 955-958.
<https://doi.org/10.1177/001316447903900433>
- *Kappes, B. M., & Thompson, D. L. (1985). Biofeedback vs. Video games: Effects on impulsivity, locus of control and self-concept with incarcerated juveniles. *Journal of*

- Clinical Psychology*, 41(5), 698–706. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(198509\)41:5<698::AID-JCLP2270410520>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/1097-4679(198509)41:5<698::AID-JCLP2270410520>3.0.CO;2-Q)
- Knyazev, G. G. (2007). Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 31(3), 377–395.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2006.10.002>
- *Konicar, L., Radev, S., Silvoni, S., Bolinger, E., Veit, R., Strehl, U., Vesely, C., Plener, P. L., Poustka, L., & Birbaumer, N. (2021). Balancing the brain of offenders with psychopathy? Resting state EEG and electrodermal activity after a pilot study of brain self-regulation training. *PLOS ONE*, 16(1), e0242830.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242830>
- *Konicar, L., Veit, R., Eisenbarth, H., Barth, B., Tonin, P., Strehl, U., & Birbaumer, N. (2015). Brain self-regulation in criminal psychopaths. *Scientific Reports*, 5(1), 9426.
<https://doi.org/10.1038/srep09426>
- Leark, R. A., Greenberg, L. M., Kindschi, C. L., Dupuy, T. R., & Hughes, S. J. (2007). Test of Variables of Attention (T.O.V.A.) Manual. Los Alamitos, CA: *The TOVA Company*.
- Lee, T. T. C., Graham, J. R., & Arbisi, P. A. (2018). The Utility of MMPI-2-RF Scale Scores in the Differential Diagnosis of Schizophrenia and Major Depressive Disorder. *Journal of personality assessment*, 100(3), 305–312.
<https://doi.org/10.1080/00223891.2017.1300906>
- Loo, S. K., & Makeig, S. (2012). Clinical utility of EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder: A research update. *Neurotherapeutics*, 9(3), 569–587.
<https://doi.org/10.1007/s13311-012-0131-z>
- Loeber, R., & Burke, J. D. (2011). Developmental pathways in juvenile externalizing and internalizing problems. *Journal of Youth and Adolescence*, 40(4), 412–421.
<https://doi.org/10.1007/s10964-010-9579-0>
- Loranger, A. W., Sartorius, N., Andreoli, A., Berger, P., Buchheim, P., Channabasavanna, S. M., Coid, B., Dahl, A., Diekstra, R. F., & Ferguson, B. (1994). The International Personality Disorder Examination. The World Health Organization/Alcohol, Drug Abuse, and Mental Health Administration international pilot study of personality disorders. *Archives of general psychiatry*, 51(3), 215–224.
<https://doi.org/10.1001/archpsyc.1994.03950030051005>

- Lorber M. F. (2004). Psychophysiology of aggression, psychopathy, and conduct problems: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 130(4), 531–552. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.4.531>
- *Mandelzys, N., Lane, E. B., & Marceau, O. (1981). The relationship of violence to v bv levels in a biofeedback training paradigm. *Journal of Clinical Psychology*, 37(1), 202–209. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(198101\)37:1<202::AID-JCLP2270370142>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/1097-4679(198101)37:1<202::AID-JCLP2270370142>3.0.CO;2-M)
- Maruish, M. E. (Ed.). (2004). *The Use of Psychological Testing for Treatment Planning and Outcomes Assessment: Instruments for Adults (3rd ed.)*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Marzbani, H., Marateb, H. R., & Mansourian, M. (2016). Neurofeedback: A Comprehensive Review on System Design, Methodology and Clinical Applications. *Basic and clinical neuroscience*, 7(2), 143–158. <https://doi.org/10.15412/J.BCN.03070208>
- McCrory, E., De Brito, S. A., & Viding, E. (2011). The impact of childhood maltreatment: A review of neurobiological and genetic factors. *Frontiers in Psychiatry*, 2, 48. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2011.00048>
- McRae, L. (2012). Rehabilitating antisocial personalities: treatment through self-governance strategies. *The Journal of Forensic Psychiatry & Psychology*, 24(1), 48–70. <https://doi.org/10.1080/14789949.2012.752517>
- Moffitt T. E. (2018). Male antisocial behaviour in adolescence and beyond. *Nature human behaviour*, 2, 177–186.
- Monastra, V. J., Lubar, J. F., & Linden, M. (2001). The development of a quantitative electroencephalographic scanning process for attention deficit-hyperactivity disorder: reliability and validity studies. *Neuropsychology*, 15(1), 136–144. <https://doi.org/10.1037//0894-4105.15.1.136>
- Morey, L. C. (1991). *Personality assessment inventory*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Nowicki, S., & Strickland, B. R. (1973). A locus of control scale for children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 40(1), 148–154. <https://doi.org/10.1037/h0033978>
- Närhi, V., & Virta, M. (2016). Oppimisvaikeudet ja ADHD. Duodecim Käypä hoito-suositus, 12, 2016
- Odgers, C. L., Caspi, A., Broadbent, J. M., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Poulton, R., Sears, M. R., Thomson, W. M., & Moffitt, T. E. (2007). Prediction of

- differential adult health burden by conduct problem subtypes in males. *Archives of general psychiatry*, 64(4), 476–484. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.64.4.476>
- Omejc, N., Rojc, B., Battaglini, P. P., & Marusic, U. (2019). Review of the therapeutic neurofeedback method using electroencephalography: EEG Neurofeedback. *Bosnian journal of basic medical sciences*, 19(3), 213–220. <https://doi.org/10.17305/bjbms.2018.3785>
- Paul, P., & Bennett, C. N. (2021). Review of Neuropsychological and Electrophysiological Correlates of Callous-unemotional Traits in Children: Implications for EEG Neurofeedback Intervention. *Clinical EEG and neuroscience*, 52(5), 321–329. <https://doi.org/10.1177/1550059421997129>
- Qi, Y., Liu, Y., Yan, Z., Hu, S., Zhang, X., Zhao, J., Turel, O., & He, Q. (2022). Slow-Wave EEG Activity Correlates with Impaired Inhibitory Control in Internet Addiction Disorder. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2686. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052686>
- Raine, A. (2013). *The anatomy of violence: The biological roots of crime* (ss. xv, 478). Pantheon/Random House.
- Raschle, N. M., Menks, W. M., Fehlbaum, L. V., Steppan, M., Smaragdi, A., Gonzalez-Madruga, K., ... & Stadler, C. (2018). Callous-unemotional traits and brain structure: Sex-specific effects in adolescents. *NeuroImage: Clinical*, 18, 713–723. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.03.005>
- *Rush, K. S., Golden, M. E., Mortenson, B. P., Albohn, D., & Horger, M. (2017). The Effects of a Mindfulness and Biofeedback Program on the On- and Off-Task Behaviors of Students with Emotional Behavioral Disorders. *Contemporary School Psychology*, 21(4), 347–357. <https://doi.org/10.1007/s40688-017-0140-3>
- Sandford, J. A. (1995). *Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA CPT) Manual*. Richmond, VA: BrainTrain.
- Seckler, L. I., Burns, W. J., Montgomery, D. D., & Sandford, J. A. (1995). *Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA CPT) Manual*. Richmond, VA: BrainTrain.
- Schoenberg, P. L. A., & David, A. S. (2014). Biofeedback for psychiatric disorders: A systematic review. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 39(2), 109–135. <https://doi.org/10.1007/s10484-014-9246-9>

- Shapiro, D. L. (2011). Psychopathy: Theory, Research and Implications for Society. In P. H. Blaney & T. Millon (Eds.), *Oxford Textbook of Psychopathology* (2nd ed., pp. 487–502). New York, NY: *Oxford University Press*.
- *Sitaram, R., Caria, A., Veit, R., Gaber, T., Ruiz, S., & Birbaumer, N. (2014). Volitional control of the anterior insula in criminal psychopaths using real-time fMRI neurofeedback: A pilot study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00344>
- *Smith, P. N., & Sams, M. W. (2006). Neurofeedback with Juvenile Offenders: A Pilot Study in the Use of QEEG-Based and Analog-Based Remedial Neurofeedback Training. *Journal of Neurotherapy*, 9(3), 87–99. https://doi.org/10.1300/J184v09n03_06
- Snell, W. E. (1997). Multidimensional Sexual Self-Concept Questionnaire. In C. M. Davis, W. L. Yarber, R. Bauserman, G. Schreer, & S. L. Davis (Eds.), *Handbook of Sexuality-Related Measures* (pp. 521–524). Thousand Oaks, CA: *Sage Publications*.
- Sorgi, P., Ratey, J. J., Knodler, D. W., Markert, R. J., & Reichler, R. J. (1991). Rating aggression in the clinical setting: A retrospective adaptation of the Overt Aggression Scale: Preliminary results. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 3(2), S52–S56.
- *Steinberg, E. P., & Schwartz, G. E. (1976). Biofeedback and Electrodermal Self-regulation in Psychopathy.
- *Surmeli, T., & Ertem, A. (2009). QEEG Guided Neurofeedback Therapy in Personality Disorders: 13 Case Studies. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40(1), 5–10. <https://doi.org/10.1177/155005940904000107>
- Uhlhaas, P. J., & Singer, W. (2010). Abnormal neural oscillations and synchrony in schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 100–113. <https://doi.org/10.1038/nrn2774>
- Van Goozen, S. H. M., Fairchild, G., Snoek, H., & Harold, G. T. (2007). The evidence for a neurobiological model of childhood antisocial behavior. *Psychological Bulletin*, 133(1), 149–182. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.149>
- Wang, Q., & Sourina, O. (2013). Real-time mental arithmetic task recognition from EEG signals. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 21(2), 225–232. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2012.2236576>

Viator, R. E., Wu, Y. J., & Viator, A. S. (2022). Testing the validity and reliability of the Matching Familiar Figures Test-2021: An updated behavioral measure of reflection-impulsivity. *Frontiers in psychology*, *13*, 977808.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.977808>

Yang, Y., & Raine, A. (2009). Prefrontal structural and functional brain imaging findings in antisocial, violent, and psychopathic individuals: A meta-analysis. *Psychiatry Research*, *174*(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2009.03.012>

Yucha, C., & Montgomery, D. (2008). Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback. *Association for Applied Psychophysiology & Biofeedback*.

Zhang, X., Li, J., & Zhang, Y. (2023). Efficacy of behavior modification training combined with electroencephalographic biofeedback therapy for attention deficit hyperactivity disorder in children: A randomized controlled trial. *Frontiers in Child and Adolescent Psychiatry*, *1*, 1235310. <https://doi.org/10.3389/frcha.2023.1235310>

Liitteet

Liite 1. Hakulausekkeet

PubMed:

("Neurofeedback"[Mesh]) OR "Biofeedback, Psychology"[Mesh]) AND ("Conduct Disorder"[Mesh] OR "Oppositional Defiant Disorder"[Mesh] OR "Antisocial Personality Disorder"[Mesh] OR "Psychopathy"[Mesh])

PsycInfo ja PsycArticles:

biofeedback or neurofeedback AND "conduct disorder" or "oppositional defiant disorder" or "conduct problems" or "aspd" or "antisocial personality disorder" or "callous-unemotional" or psychopath* or sociopath*

(DE "Biofeedback" OR DE "Biofeedback Training" OR DE "Neurofeedback") AND (DE "Antisocial Personality Disorder" OR DE "Psychopathy" OR DE "Antisocial Behavior Measures" OR DE "Disruptive Behavior Disorders" OR DE "Conduct Disorder" OR DE "Oppositional Defiant Disorder" OR DE "Behavior Disorders" OR DE "Emotional and Behavioral Disorders" OR DE "Behavior Problems" OR DE "Antisocial Behavior" OR DE "Criminal Behavior" DE "Oppositional Defiant Disorder" OR DE "Disruptive Behavior Disorders" OR DE "Conduct Disorder") NOT DE "Attention Deficit Disorder with Hyperactivity"