

LUKEMISEN JA KIRJOITTAMISEN INTERAKTIIVISESTA LUONTEESTA
AIVOJEN TOIMINNALLISEN JÄRJESTELMÄN TASOLLA

SEIJA ÄYSTÖ
Jyväskylän yliopisto

ABSTRACT

A NEUROPSYCHOLOGICAL ANALYSIS OF READING AND WRITING

The article deals with the neuropsychological analysis of reading and writing and with possible applications to language teaching. The information processing approach is recognized as a useful means in analyzing the subcomponents of reading and writing. The interactive nature of reading and writing skills is briefly described in the light of a qualitative analysis based on research on clinical neuropsychological cases.

1. Johdanto

Artikkelissa pyritään muutamien esimerkein valaisemaan äidinkielen opetuksessa keskeisten lukemisen ja kirjoittamisen toiminnallista analyysiä neuropsykologiasta käsin sekä tarkastelemaan mahdollisia sovelluksia äidinkielen pedagogiaan ja tutkimukseen.

Opimme puhumisen, lukemisen ja kirjoittamisen eri lähtökohdista. Puhe kehittyy sosiaalisessa vuorovaikutustilanteessa (Luria 1982), kun taas lukeminen ja kirjoittaminen omaksutaan opetuksen kautta ja enemmän ärsykesidonaisissa tilanteissa. Oppimisen myötä voimme rutinoitua näihin taitoihin eri määräisesti ja oppimisvaikeuksien ilmetessä puolestaan enemmän tai vähemmän estyä taidon täydellisestä hallinnasta.

2. Toimintojen interaktiivisesta luonteesta

Miten lukeminen ja kirjoittaminen sitten ovat yhteydessä kieleen ja toisiinsa? Tätä kysymystä voimme lähestyä informaation prosessoinnin näkökulmasta erittelemällä kirjoittamisen ja lukemisen osaitaitoja ja niiden suhdetta kieleen. Tässä mielessä tarkoituksenmukaisen viitekehysten tarjoaa Lurian (1973) neuropsykologinen integratiivisten aivotointojen teoria. Luria (mm. 1970;1973) on rakentanut neuropsykologisen teorian aivovammapotilailla tekemiensä havaintojen pohjalta. Vaikka neuropsykologiaa on totuttu soveltamaan ensi sijassa patologiisiin tapauksiin, on sillä myös merkittävä roolinsa kognitiivisia toimintoja koskevan yleisemmän teorian kannalta.

Luria erottelee kielen kannalta lähinnä kuusi keskeistä aivostollista yksikköä, joilla kullakin on oma erityinen merkityksensä kielellisissä häiriöissä. Nämä keskeiset toiminnalliset yksiköt vasemmassa aivopuoliskossa vastaavat myös hänen suorittamiensa afasiatyyppien luokitusten laadullisia kuvauksia. (Oikean aivopuoliskon roolista kielen toiminnoissa ei tällä hetkellä ole saatavilla sellaista yhtenäistä kuvausjärjestelmää kuin vasemman aivopuoliskon tapauksessa on laita.) Kyseisten aivoalueiden vaurioituessa ilmenee usein paitsi kielen, myös muiden psyykkisten toimintojen, kuten motoristen, spatiaalisten ja havaintotoimintojen sekä muistin, laskemisen, lukemisen ja kirjoittamisen jonkinasteisia häiriöitä. Näitä erimuotoisia kognitiivisia toimintoja yhdistää samojen laadullisten piirteiden esiintyminen tietyn aivoalueen häiriintyessä tai estyessä toimimasta. Laadullisten piirteiden esiintymisen perusteella on voitu tehdä päätelmiä paitsi vaurion lokalisatiosta, myös psyykkisten toimintojen keskinäisestä suhteesta. Monimutkaisemmat psyykkiset toiminnot, kuten kirjoittaminen, lukeminen ja laskeminen eivät kuitenkaan "lokalisoidu" aivoihin yhtä selvästi kuin afasiatyyppinä on totuttu luokitamaan, vaan ne rakentuvat em. toimintayksikköjen muodostaman toisiinsa vuorovaikutuksessa olevan järjestelmän varaan. Kielellä on siten hierarkkinen rakenne myös aivotointojen tasolla, sekä yhteys muihin kognitiivisiin taitoihin - myös non-verbaalisiin.

2.1. Laadullisen analyysin suorittaminen

Kuviossa 1 on kaavamaisesti esitetty kaikki Lurian afasialuokitusten kannalta keskeiset aivoanatomiset alueet ja niiden väliset yhteydet kuvaamaan monimutkaisen psyykkisen taidon, nimittäin kirjoittamisen jäsentymistä aivostollisella tasolla. Kullakin keskuksella on oma erityinen panoksensa

kokonaisaktiviteetin suorittamisessa, ja vaurion tai esteen sattuesssa johonkin näihin alayksikköihin koko järjestelmän toiminta jollakin tavalla muuntuu tai häiriintyy. Kuviosta 1 nähdään myös, että kirjoittamisvaikeutta ei näin ollen voi olla vain yhtä laatua, vaan häiriöiden ilmentymät voivat olla monimuotoisia riippuen systeemiin kuuluvien komponenttien ja niiden välisten yhteyksien tarkoituksenmukaisesta toiminnasta. Lauseen "Jussi kaataa maitoa" kirjoittaminen voi siis saada karkeasti ottaen ainakin seuraavia kuviossa 1 esiintyviä muunnoksia siitä riippuen, mikä osa järjestelmästä on estynyt toimimasta (Maruszewski 1972).

BROCAN ALUE

- a) Jusssiii kaattaataa maaiittoa
- PERSEVERAATIO TENDENSSI

PREFRONTAALINEN KORTEX

- SUUNITELMAN PUUTTUMINEN, USEIN EI SPONTAANIA KIRJOITUSTA LAINKAAN, MIKROGRAFFIAA TAI NONSPESIFIJÄ HÄIRIÖITÄ

MUISTI

- a) Jussi...
- b) Jussi maitoa
- c) Jussi kaataa...

KINESTEETTINEN ANALYSOIJAJA

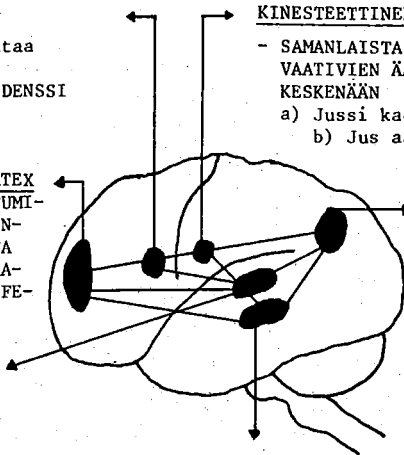
- SAMANLAISTA KINESTEETTISTÄ ASENTOA VAATIVIEN KÄNTEIDEN SEKOITTAMINEN KESKENÄÄN
- a) Jussi kadaa vaidoa
- b) Jus aata mito

VISUAALINEN ANALYSOIJAJA

- sojism sstssk isul
- PEILIKIRJOITUS
- b) Jussi heetee neitoe
- DISKRIMINOINTIVAIKEUS KIRJAIMISSA, JOTKA OVAT VISUAALISESTI SAMANLAISIA (a-e, n-m, k-h jne.)
- c) Ju_ssi k aa_ta mai toa
- SPATIAALINEN DISORGANISAATIO

WERNICKEN ALUE

- a) Jussi gaadaa maidoa
- AKUSTINEN DIFFERENTIAATIO HÄIRIINTYNYT, MAHDOLLISESTI YMMÄRTÄMISVAIKEUS. VAIKEUS EROTELLA SAMANKALTAISIA KÄNTEITÄ (p-b, k-g, t-d, jne.)



Kuvio 1. Kaavamainen esimerkki kirjoittamishäiriön analyysistä vasemman aivopuoliskon erilaisen toimintavajavuuden seurauksena.

Jos toimintavajavuus koskee aivojen takaosia, ovat lauseen "Jussi kaataa maitoa" virheet jollakin tavalla lauseen tai kirjainten spatiaaliseen muotoon liittyviä virheitä, esimerkiksi peilikirjoitusta, kirjainten disorgani-

saatiota spatiaalisessa tilassa tai visuaalisesti samankaltaisilta näyttävien kirjainten sekoittamista keskenään. Luonnollisesti mikäli tämä alue ei ole täysin toimintakykyinen, se heijastaa vaikutuksensa ns. sekundaarihäiriönä kaikkiin niihin alueisiin, joihin se on yhteydessä. Tämä seikka tekeekin diagnosoinnin vaikeaksi. Meidän ei ole tyydyttävä ainoastaan kirjoituksen analyysiin, vaan olisi pyrittävä myös muiden kognitiivisten toimintojen analyysiin ja tutkittava niiden yhteyttä kirjoitusvaikeuteen. Esimerkiksi parietaalilohkon toimintavajavuuden yhteydessä olisi syytä ainakin alustavasti tutkia myös spatiaaliset praktiat ja matemaattiset toiminnot, joiden ainakin lieväasteista häiriintymistä voisi myös ennustaa kyseisessä tapauksessa Lurian teoriasta käsin. Diagnoosin tekeminen oireryhmäanalyysiä käyttäen muistuttaa - kuten Luria itse on todennut - salapoliisin työskentelyä. Se on aivan kuin etsisi rikollista, kun jo tietää rikoksen, tai toisinaan saattaa tietää rikollisen, mutta ei vielä kaikkia hänen tekemiään rötöksiä.

Jos toimintavajavuus koskee temporaalilohkoa, niin vaikeuksia ilmenee yleensä muistin ja äänneiden differentiaation alueella. Erityisesti samankaltaisilta kuulostavat äänneet tuottavat selvää differentiaatiovaikeutta. Kirjoitettaessa saattaa lauseen osia pudota pois tai ne korvautuvat väärillä "äänteillä".

Aivojen etuosien toimintavajavuuksien yhteydessä tavataan yleensä ns. perseveraatiotendenssiä, jolloin henkilö pakonomaisesti jatkaa jo aloittamaansa liikettä tai suoritusta pystymättä lopettamaan tätä tahdonvaraisesti. Esimerkiksi kirjoittamisessa tämä näkyy muunnoksena "Jussiii kaattaataa maaiittoa". Usein henkilö ei edes tiedä tekevänsä virheitä eikä korjaa suoritustaan ulkopuolisen ohjeen mukaisesti. Tällaisella henkilöllä saattaa ilmetä myös vaikeutta instruktoiden seuraamisessa. Informaation vastaanoton vaikeus saattaa tulla ilmi vaikkapa muodossa, joka opettajille on hyvinkin tuttu, nimittäin "taaskaan et kuuntele minua".

Toisaalta aivojen etuosien toimintavajavuuksissa tyypillistä saattaa olla myös täydellinen ilmaisukyvyttömyys. Henkilö ei kykene spontaanisti tuottamaan mitään, vaan toiminnot ovat estyneet. Kirjoittamisesta ei tahdo tulla mitään, koska suunnitelma puuttuu.

Frontaalilohko osallistuu myös persoonallisuuden, motivaation, keskittymisen ja tarkkaavuuden säätelyyn, johon tässä yhteydessä on mahdotonta puuttua.

Kinesteettisen analyysoijan (aivokuoren postsentraalinen alue) toimintavajavuus aiheuttaa kirjoittamisessa sellaisia vaikeuksia, jotka ovat yhteydessä puhe-elinten oikean asennon löytämiseen. Samanlaista puhe-elinten asentoa vaativat äänneet (kuten b-m-v tai n-d-t) sekoittuvat tavallista her-

kemmin keskenään. Samoin yksilöllä saattaa olla vaikeutta saada kinesteettisesti esille kaikkia sanan sisältämiä äänneitä ("Jus aata mito"). Luonnollisesti tässäkin tapauksessa erotuksen tekeminen esimerkiksi temporaalipohjaiseen kirjoittamishäiriöön vaatii muidenkin psyykkisten tekijöiden kuin kirjoittamisen analysoimista.

Edellisestä kaavamaisesta kirjoitushäiriön analyysistä ilmeni, että ei ole olemassa vain yhdentyypistä kirjoitusvaikeutta, vaan se voi vaihdella sen mukaan, miten hyvin kirjoittamisen eri puolista vastuussa olevat alueet ovat jäsentyneet toiminnaltaan ja suhteessa muihin psykologisiin toimintoihin. Kirjoitushäiriön korjaamiseksi vaaditaan ensin tarkka ja monipuolinen tutkimus häiriön luonteesta. Kun tämä on selvillä, voidaan Lurian teoriasta helposti ennustaa opetuksen tai kuntoutuksen kannalta keskeiset periaatteet. Siten esimerkiksi temporaali- ja parietaalityypiset kirjoittamisvaikeudet vaatisivat periaatteessa toisistaan poikkeavan lähestymistavan tai pedagogian ollakseen optimaalisesti tehokkaita. Paljon tietysti riippuu kirjoituksen häiriintyneisyyden asteesta; ilmeisesti hyöty "oikeiden" periaatteiden soveltamisesta on suurimmillaan kaikkein vaikeimmissa kirjoituksen häiriöissä.

Edellisessä esimerkissä (kuvio 1) käsiteltiin vain kortikaalisten toimintayksikköjen häiriintymisen yhteydessä tavattavien kirjoitusvaikeuksien luonnetta. Kirjoituksen toteuttamiseen osallistuu myös subkortikaalitason alueita, jotka yhdessä kortikaalisten yksikköjen kanssa muodostavat yhtenäisen systeemin. Kuitenkaan näiden subkortikaalisten rakenteiden roolia kirjoituksessa ei vielä tiedetä yhtä täsmällisesti kuin kortikaalisten yksikköjen myötävaikutusta.

3. Kirjoittaminen ja lukeminen prosesseina

Kirjoittaminen ja lukeminen eivät siis "lokalisoidu" johonkin tiettyyn osaan aivoja - mitä yleisesti uskottiin vielä 1900-luvun vaihteessa ja vähän myöhemminkin - vaan psyykkiset toiminnot ovat hajaantuneet aivoissa toiminnallisen järjestelmän muodostavaksi kokonaisuudeksi. Lisäksi kirjoittaminen ja lukeminen käyttävät toiminnalliseen järjestelmään kuuluvia osakomponentteja eri tavalla, esim. kopiokirjoitus ja sanelukirjoitus eroavat toisistaan käyttämiensä toiminnallisten aivojärjestelmien tasolla, samoin kuin ääneenlukeminen eroaa itsekseen lukemisesta. Viime mainitun seikan ovat todentaneet ruotsalaiset ja tanskalaiset tutkijat Lassen, Ingvar ja Skinhoj (1978) normaaleilla (ts. ei-aivovaurioisilla) henkilöillä suorittamissaan kokeissa. Mainitut tutkijat ovat kehittäneet radioisotooppisen aivoverenkierron

mittaamiseen tarkoitetun tekniikan (rCBF) siten, että on mahdollista samanaikaisesti psykologisten tehtävien suorittamisen aikana seurata TV-ruudusta verivirran vaihteluita eri aivoalueilla. Näiden aivoverivirtamittausten takana on biologinen ajattelu, että kudoksen suorittaessa jotain toimintaa sen aineenvaihdunta samalla kiihtyy ja se tarvitsee verta eniten niillä alueilla, jotka ovat vastuussa toiminnan suorittamisesta. Heidän tutkimuksistaan on voitu selvästi havaita se seikka, että alkeelliset psykologiset toiminnot eivät ole rajoitetusti paikallistuneet vain yhteen osaan aivoja, vaan hajaantuneet eri puolille ja näiden alueiden yhteistoiminnan tuloksena syntyy tietty käyttäytymismuoto. Lassenin ym. (1978) tutkimustulokset ovat tuoneet osaltaan vahvistusta Lurian (1973) neuropsykologisia toimintoja koskevalle teorialle. Mainitulla rCBF-tekniikalla saadaan esiin vain staattinen kuva psyykkisten toimintojen suorittamisesta tiettyä hetkenä. Kirjoittaminen ja lukeminen ovat kuitenkin prosesseja ja tällöin oikeampaa olisikin yrittää pyrkiä kuvaamaan prosessinomaista kuin staattista toimintojen lokalisoitumista aivoissa. Prosessitarkastelun mahdollistavia aivojen kuvausjärjestelmiä tiettävästi on jo kehitteillä.

Lurian (1973) esittämä neuropsykologinen teoria on periaatteiltaan samalla myös prosessimalli. Arbib ja Caplan (1979) ovat muuntaneet Lurian mallin tietokonekäsittelyihin soveltuvaksi prosessimalliksi pyrkimyksensää kehitellä tietokonepohjaisia kielen neurolingvistisiä malleja. Neuraalisen ja psykologisen tason yhdistämisessä on kuitenkin kohdattu vaikeuksia, ja mallia on kritisoitu melko runsaasti lähinnä psykologisen validiteetin puutteesta.

Edellistä yksinkertaisemman prosessimallin on esittänyt Geschwind (1979), joka tarkastelee kuullun tai nähdyn sanan käsittelyä aivostollisena prosessina seuraavasti. Kun kuulemme sanan, se vaatii primaarin auditorisen alueen vastaanoton ja sieltä ymmärtämisestä vastuussa olevan ns. Wernicken alueen prosessointia. Jos kuultu sana halutaan toistaa, tämän siirron on tapahtuttava Wernicken alueelta Brocan alueelle erityisen hermoyhteyden ns. arcuate fasciculus -nimisen hermojuosteen kautta. Brocan alueella sana virtittää sen artikulaatioskeeman ja siirtyy motorisen korteksiin kasvoalueelle, josta käskyt lähtevät kielen, huulten ja kurkun lihaksiin. Kun luemme sanan, niin visuaalinen kortex rekisteröi tapahtuman. Sieltä informaatio siirtyy angular-poimuun, joka assosioi sanan visuaalisen muodon sitä vastaavaan auditiiviseen malliin Wernicken alueelle. Jos nähty sana sanotaan, prosessointi seuraa jo edellä kuvattua tapahtuman siirtoa Wernicken alueelta Brocan alueelle ja edelleen.

Vaikka kirjoittaminen ja lukeminen käyttävät hyväkseen samoja aivojen toimintajärjestelmien osia, eroavat ne kuitenkin prosesseina toisistaan.

Kirjoittaminen on aktiivisempi prosessi kuin lukeminen, samoin kirjoittaminen vaatii selvemmän suunnitelman päämäärästä. Aivojen tasolla tarkasteltuna kirjoittaminen näyttäisi monimutkaisemmalta prosessilta kuin lukeminen. Patologisten tapausten tutkiminen on myös paljastanut, että esimerkiksi afasiaasta kuntoutuessaan potilaalle usein jää jäljelle vain kirjoittamiseen liittyviä häiriöitä, mutta ei sen sijaan lukemisvaikeuksia. Opettajille tuttu lienee myös se havainto, että lapset oppivat nopeammin ja helpommin lukemaan kuin kirjoittamaan.

4. Neuropsykologisen analyysin anti

Lukemisen ja kirjoittamisen opetuksessa on keskeistä taidon alakomponenttien automaattiseksi saattaminen. Alussa molempien taitojen opettelu tapahtuu tietoisien kontrollien avulla, mutta taidon kehittyessä päästään nousemaan yhä monimutkaisemmille oppimisen tasoille. Kontrolloidusta prosessoinnista automaattiselle tasolle siirryttäessä lukeminen ja kirjoittaminen nopeutuu, tulee sujuvammaksi, vaatii vähemmän ponnistusta sekä mahdollistaa tarkkaavuuden suuntaamisen uusiin tehtäviin. (mm. McLaughlin ym., 1983). Lukemisen ja kirjoittamisen pedagogian kannalta neuropsykologinen oireryhmä-analyysi, jota edellä kuvattiin Lurian teoriasta käsin, antaa mahdollisuuden eritellä oppimista hierarkkisella tasolla seuraavasti.

(1) Mitkä osataidot tarvitaan lukemisen ja kirjoittamisen hallinnassa?

(2) Mikä erityinen taito tai sen vajaatoiminta aiheuttaa vaihteluita tietyn yksilön suorituksissa, ts. mitkä ovat yksilötasolla ilmenevät oppimisen vaikeudet ja esteet?

(3) Millä tavalla kukin osataito vaikuttaa kokonaissuoritukseen? Missä järjestyksessä osataitojen hankkiminen etenee, jotta monimutkainen taito lopullisesti hallittaisiin?

Oppimisen esteiden tai vaikeuksien ilmetessä voidaan neuropsykologiseen analyysiin pohjautuen tehdä ainakin yksilötasolla ehdotuksia opetusmenetelmistä ja materiaalista oppimisvaikeuksien voittamiseksi. Jo aiemmin todettiin, että mikäli oppilaalla on pääasiassa visuaalisen puolen häiriö, niin opetusmenetelmien olisi suotavaa poiketa niistä menetelmistä, joita käytetään audiitiivispuhjaisten prosessointivajeiden korjaamisessa. Luonnollisesti tällaiset korjaavat toimenpide-ehdotukset soveltuvat lähinnä erityisopetuksen tarpeisiin, eikä niillä mahdollisesti ole käyttöä normaalisti etenevässä opetuksessa, jossa kaikkien aivoalueiden toiminnallisuutta kehitetään tasapuolisesti. Neuropsykologian anti lukemisen ja kirjoittamisen kannalta onkin yrittää antaa vastaus siihen, millä tavalla erilaiset prosessointivajeet

voidaan korvata ja millä tavalla tai missä järjestyksessä alataidot integroidaan, päämääränä monimutkaisen taidon hallinta.

Vaikka äidinkielen tai vieraan kielen pedagogiaan ei informaation prosessointiteorioista ole tällä hetkellä saatavilla mitään määrättyjä neuvoja, niin tulevaisuudessa tätä voidaan odottaa, sillä lukemisen ja kirjoittamisen tutkimuksessa informaation prosessiivinen näkökulma on arvokas ja hyödyllinen. Lisäksi on alustavia havaintoja siitä, että aivojärjestelmien tasolla äidinkielen ja vieraan kielen oppiminen noudattaisivat erilaista aivostollista organisaatiota (mm. Chernigovskaya ym. 1983).

Lähteet

- Arbib, M.A. & D. Caplan 1979. Neurolinguistics must be computational. The Behavioral and Brain Sciences 2, 449-484.
- Chernigovskaya, T.V., L.J. Balonov & V.L. Deghlin 1983. Bilingualism and brain functional asymmetry. Brain and Language 20, 195-216.
- Geschwind, N. 1979. Specializations of the human brain. Scientific American, 241, 180-199.
- Lassen, N.A., D.H. Ingvar & E. Skinhoj 1978. Brain function and blood flow. Scientific American 239, 62-71.
- Luria, A.R. 1970. Traumatic Aphasia: Its Syndromes, Psychology and Treatment. The Hague: Mouton.
- Luria, A.R. 1973. The Working Brain. An Introduction to Neuropsychology. Harmondsworth: Penguin Books.
- Luria, A.R. 1982. Language and Cognition. New York: John Wiley & Sons.
- McLaughlin, B., T. Rossman & B. McLeod 1983. Second language learning: an information-processing perspective. Language Learning 33, 135-158.
- Maruszewski, M. 1972. Johdatus kliiniseen neuropsykologiaan (toim. A-R. Putkonen). Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.