

Työmuistin testauksesta

Tämä kirjoitelma käsittelee terveelle väestölle suunnattuja muistitestejä, jotka on tarkoitettu muistin perustutkimukseen. Osa testeistä on standardoitu myös kliiniseen käyttöön. Tällaiset muistihäiriöiden ja -sairauksien diagnosointiin tarkoitetut testit kuitenkin eroavat normaali-
väestölle tarkoitetuista testeistä muun muassa siten, että ne ovat yleensä helpompia. Lisäksi muistihäiriöiden diagnosoinnissa yleensä yhdistetään useita erilaisia testejä, jotta häiriön tai sairauden tarkka luonne ja rakenne paljastuisi.

Osalla testeistä mitataan joko lyhytkestoisen tai työmuistin kapasiteettia eli ne ilmoittavat nk. muistijänteen pituuden (*memory span*). Suomeksi on käytetty myös nimitystä muistisilta. Kun työmuistia alettiin tutkia systemaattisesti 1950-luvulla, muistijänteen kooksi ajateltiin yleensä 5–9 yksikköä (sanaa, kirjainta, numeroa, lausetta, asiaa jne.). Myöhemmin, 2000-luvulle tultaessa, kun tarkkaavaisuuden merkitys muistitoiminnoissa alkoi selvitä, on tultu siihen tulokseen, että muistijänne on vain 3–5 yksikköä. Tällöin sillä tarkoitetaan niitä yksiköitä, jotka ovat tarkkaavaisuuden kohteena. Kun tarkkaavaisuus siirtyy johonkin muuhun, vaikka tilapäisestikin, tämä muu on tarkkaavaisuuden kohteena, ja aikaisemmat yksiköt joutuvat väistymään. Ne kuitenkin saattavat säilyttää aktiivisuuttaan siten, että ne voidaan palauttaa uudelleen mieleen nopeammin kuin silloin, kun ne alun perin havaittiin (kuultiin tai nähtiin). Joissakin kokeissa on saatu myös tuloksia, joiden mukaan tarkkaavaisuuden kohteena voi olla vain yksi yksikkö kerrallaan. Kaikki riippuu siitä, kuinka paljon on häiriötekijöitä, joiden kanssa tarkkaavaisuutta jaetaan. Tästä kuitenkin tarkemmin toiminnanohjausta käsittelevässä kirjoitelmassa.

Muistitestien koeasetelmista

Kokeellisen tutkimuksen koeasetelma riippuu tutkimuskysymyksestä. Muistitesti jakaantuu yleensä kahteen vaiheeseen: ärsykkeiden esittäminen (muistiinpainaminen) ja niiden palauttaminen muistista. Tähän väliin jää ylläpitoaika, joka on yleensä verraten lyhyt (sekunteja tai minuutteja), mutta voi olla myös pitkä. Joskus ärsykkeet voidaan pyytää palauttamaan muistista vasta seuraavana päivänä tai vaikkapa viikon päästä. Pitempää muistissa säilytystä käytetään yleensä pitkäkestoisen muistin eli säilömuistin testaamiseen. Jos testejä tehdään useita vaikkapa viikon välein, voidaan mitata myös oppimista.

Ärsykeitä voi olla monenlaisia: kirjaimia, sanoja, lauseita, tekstinpätkiä, numeroita, kuvioita, piirroksia, kuvia jne. Ärsykkeet voidaan esittää joko visuaalisesti tai auditiivisesti. Visuaaliset ärsykkeet esitetään nykyisin tietokoneruudulla, aikaisemmin käytettiin pahvikortteja. Auditiiviset ärsykkeet taas esitetään valmiiksi äänitettyinä tietokoneelta ja niitä kuunnellaan kuulokkeiden kautta. Aikaisemmin ärsykkeet nauhoitettiin nauhurilla ja vielä aikaisemmin kokeenjohtaja luki ärsykkeet ääneen esim. metronomin rytmissä kullekin koehenkilölle erikseen. Ryhmätestejäkin voidaan nykyisin käyttää, jos testi on ohjelmoitu kokonaan tietokoneelle eikä suullisia vastauksia vaadita. Koska minä olen tutkinut tulkkien muistia, olen koko ajan käyttänyt auditiivista esitystapaa ja äänittänyt vastaukset.

Ärsykkeet esitetään yleensä sarjoina. Ärsykkeiden määrä yhdessä sarjassa vaihtelee 10–15 välillä, mutta tietyissä tilanteissa (riippuu tutkimuskysymyksestä) voidaan käyttää jopa 20–30

ärsykettä/sarja. Ärsykkeiden esitysväli vaihtelee yleensä 0,2 sekunnista 2 sekuntiin. Joissakin vaativammissa muistitehtävissä voidaan käyttää myös pitempää ärsykeväliä, esim. 5 s.

Esimerkki: Muistitestissä esitetään 10 sarjaa. Jokaisessa sarjassa on 10 kirjainta, jotka esitetään sekunnin välein, minkä jälkeen pidetään sopiva tauko muististapalautusta varten. Tauko voi olla etukäteen määrätty siten, että seuraava sarja esitetään tietyn ajan kuluttua, tai jos osallistuja vastaa näppäimistöllä, hän voi myös itse määrätä nappia painamalla, milloin seuraava sarja saa alkaa.

Joskus sarjojen koko on kasvava. Voidaan aloittaa vaikkapa kolmen kirjaimen sarjasta ja kutakin sarjaa esitetään kaksi tai kolme peräkkäin. Sitten esitetään kolme neljän kirjaimen sarjaa, kolme viiden kirjaimen sarjaa jne., kunnes päädytään kolmeen 10 kirjaimen sarjaan.

Ärsykkeet voidaan palauttaa muistista joko järjestyksessä (*serial recall* – sarjapalautus) tai missä järjestyksessä tahansa (*free recall* – vapaa palautus). Ärsykkeet voidaan palauttaa kirjoittamalla, nappia painamalla (jolloin yleensä vaihtoehtoina on 2–4 nappia) tai suullisesti. Suulliset vastaukset yleensä äänitetään ja myöhemmin litteroidaan analyysia varten.

Yleisesti voidaan sanoa, että mitä tiheämmin ärsykkeet esitetään ja mitä useampia niitä on yhdessä sarjassa, sitä vaativampi tehtävä on. Kooltaan kasvava sarja taas on osallistujan kannalta armollisempi kuin tasapituinen sarja (esim. 10 yksikköä tai enemmän): lyhyet sarjat on helpompi muistaa kuin pitkät ja prosentuaalisesti kokonaisvastauksesta tulee siten parempi. Tämä jättää osallistujalle tunteen, että on muistanut hyvin. On kuitenkin aina muistettava, että kokeellista tutkimusta on turha järjestää, jollei tehtävä ole riittävän vaativa. Jos kaikki saisivat (lähes) 100-prosenttisen tuloksen, ei jäisi mitään tutkittavaa (nk. kattovaikutus)! Kokeellinen tutkimus ja tilastollinen analyysi vaatii aina jakaumaa: mukana on oltava riittävä määrä sekä heikompia että parempia muistajia ja vielä enemmän siltä väliltä.

Lyhytkestoinen muistijänne (*short-term memory span*)

Yleisin muistitesti 1950-luvulta lähtien on ollut numerojänne (*digit span*). Siinä esitetään numeroita satunnaisessa järjestyksessä ja ne palautetaan muistista järjestyksessä. Yleensä esitettävien numerosarjojen koot vaihtelevat 3–12 ärsykettä per sarja ja erikokoisia sarjoja voidaan esittää kaksi tai kolme peräkkäin. Ärsykkeet siis palautetaan muistista esitysjärjestyksessä heti, kun tietty sarja on nähty tai kuultu. Usein tässä yhteydessä järjestetään myös testi, jossa numerot palautetaan takaperin eli lopusta alkuun. Esitysjärjestyksessä palautettavien ärsykkeiden yhteydessä puhutaan englanniksi *forward digit span* ja takaperoisessa järjestyksessä palauttevista *backward digit span*. Kun ärsykkeet on palautettava takaperin, käytetään yleensä lyhyempää testiä kuin alusta-loppuun-palautuksessa. Esim. alusta-loppuun-testissä esitetään 3 sarjaa kutakin kokoa ja sarjojen koko vaihtelee 3–10 ärsykkeen välillä, kun taas lopusta-alkuun-testissä esitetään vain 2 sarjaa kutakin kokoa ja sarjojen koko vaihtelee 2–7 ärsykkeen välillä.

Numerojännetesti on yleensä pisteytetty niin, että lasketaan viimeisen täysin oikein palautetun sarjan numeroiden lukumäärän keskiarvo. Siis jos osallistuja palauttaa vaikkapa kaikki kolme viiden numeron sarjaa oikein ja lisäksi yhden kolmesta kuuden numeron sarjoista oikein, hänen pistemääränsä eli numerojänneensä on 5. Usein koe myös keskeytetään tässä vaiheessa.

Viime aikoina on kuitenkin ruvettu kritisoimaan tätä pisteytystapaa, koska se hukkaa informaatiota. Monesti koehenkilö voi tehdä lapsusvirheen jo ensimmäisessä neljän numeron sarjassa ja saa vain kolme pistettä, vaikka hän sen jälkeen muistaisi kaikki viiden ja osan kuuden numeron sarjoista täysin oikein. Siitä, millainen pisteytys olisi parempi, on tehty vasta muutamia ehdotuksia eikä mitään vakiintunutta käytäntöä ole vielä syntynyt.

Omissa kokeissani, joissa testiä ei ole keskeytetty missään vaiheessa, olen havainnut, ettei pisteytystavalla ainakaan tulkkien kohdalla näyttäisi olevan merkitystä: alustavien tulosten mukaan konsekutiivitulkki- ja simultaanitulkkiryhmien välillä ei näytä olevan mitään eroa, käytettiinpä mitä tahansa tähän saakka ehdotetuista pisteytystavoista. Tilanne voisi olla toinen, jos koeasetelma olisi suunniteltu eri tavalla. Vaikkapa siten, että ensimmäisen virheen jälkeen palataan aikaisempaan sarjakokoon. Jos osallistuja esimerkiksi tekee virheen toisessa viiden numeron sarjassa, niin koetta jatketaan ensimmäisestä viiden numeron sarjasta. Koe keskeytetään vasta, kun virheitä alkaa tulla useita peräkkäin. Tällainen koeasetelma vaatii kuitenkin yleensä visuaalista esitystapaa ja vastauksia tietokonenäppäimistön kautta.

Jos muistin testaamiseen käytetään numeroiden sijaan kirjaimia, puhutaan kirjainjäteestä (*letter span*), ja jos käytetään sanoja, puhutaan sanajäteestä (*word span*). Etenkin sanajännetesteissä voidaan käyttää myös vapaata palautusjärjestystä. Tutkijat kiistelevät siitä, kumpi tapa on parempi. Lienee kuitenkin selvää, että kun ärsykkeet on palautettava järjestyksessä, itse ärsykkeiden ylläpidon lisäksi tarvitaan myös järjestyksen mustamista. Tutkimusten mukaan numerosarjojen järjestyksen muistaminen on helpompaa kuin kirjain- tai sanasarjojen. Tämä johtunee siitä, että luonnollisessa kielessä me käytämme usein numerosarjoja ja harjaannumme niiden mieleenpainamiseen ja muistamiseen. Sen sijaan sanat vaihtelevat kielessä enemmän ja vakiintuneita sanasarjoja esiintyy kielessä harvoin.

Itse olen käyttänyt tulkkien tutkimiseen vapaata palautusjärjestystä, koska monissa simultaanitulkkien koskevissa tutkimuksissa on havaittu, että järjestyksessä palauttaessa heidän muistijänteensä ei eroa tulkkiopiskelijoiden tai vaikkapa kielten opettajien muistista. Ehkä järjestyksen muistaminen vaatii erilaisia muistiprosesseja kuin mihin simultaanitulkit harjaantuvat työssään. Konsekutiivitulkeista ei vastaavia tutkimustuloksia ole tarjolla.

Uusimpien teorioiden mukaan numerojänne tai sanajänne mittaa lähinnä muistissa säilytystä eli lyhytkestoista ylläpitoa. Sen vuoksi on ruvettu käyttämään myös nimitystä lyhytkestoinen muistijänne. Jo 1970-luvun lopulla kehitetyn teorian mukaan työmuisti (tai työskentelymuisti – *working memory*) käsittää kuitenkin kaksi prosessia: prosessoinnin ja ylläpidon.

Työmuistijänne (*working memory span*)

Kaikkein käytetyin työmuistin mittari lienee 1980-luvulla kehitetty lukemisjänne (*reading span*). Testaus muistuttaa numerojännetestiä, mutta siinä on erotettu ylläpito ja prosessointi. Kokeessa esitetään lauseita, joiden pituus vaihtelee esimerkiksi 3 sanasta 7 sanaan. Lauseiden pituus kasvaa järjestyksessä. Kutakin sarjaa esitetään kolme kappaletta. Tehtävänä on lukea lauseet ääneen ja painaa mieleen jokaisen lauseen viimeinen sana. Jokaisen lauseen jälkeen tulee vastata johonkin lauseen sisältöä koskevaan kysymykseen. Esim. voidaan pyytää arvioimaan, onko lauseen esittämä väite totta vai ei (prosessointi). Kun kaikki yhden sarjan lauseet on luettu, tehtävänä on palauttaa

muistista kaikkien lauseiden viimeiset sanat esitysjärjestyksessä (ylläpito). Tämän jälkeen luetaan seuraavan sarjan lauseet.

Tästä kokeesta on olemassa useita versioita. Ärsykkeinä voidaan käyttää esimerkiksi laskutehtäviä (*operation span*). Tällöin jokaisen tehtävän jälkeen esitetään yksi irrallinen kirjain tai sana, joka tulee painaa mieleen. Sen jälkeen on vastattava laskutehtävään, onko se oikein vai väärin (prosointi). Tehtäväsarjan jälkeen tulee palauttaa muistista irralliset kirjaimet tai sanat järjestyksessä (ylläpito). Vaikuttaa siltä, että sillä, mitataanko työmuistia lukemisjäljenteellä vai laskemisjäljenteellä, ei ole väliä normaaliväestössä. On kuitenkin oletettavaa, että eri alojen ammattilaiset (esim. matemaatikot tai kielten ammattilaiset) suoriutuisivat eri tehtävistä eri tavoin: lukemisjänne voisi olla helpompi kielten ammattilaisille ja numerojänne taas matemaatikoille. Tätä ei kuitenkaan ole tutkittu.

Yksi versioista on myös kuuntelujänne (*listening span*). Se vastaa lukemisjännetestistä, mutta lauseet lukemisen sijaan kuunnellaan. Muutamissa kokeissa on havaittu, että kokeneiden simultaanitulkkien lukemisjänne olisi parempi kuin kaksikielisten opiskelijoiden. Kuuntelujännetestejä on kokeneille simultaanitulkeille tehty vain yksi ja siinä tulkkiohjelmat olivat parempia kuin ammattitulkit. Tämä on sikäli kiinnostavaa, että nimenomaan kuuntelujäljenteen luulisi mittaavan paremmin kokeneiden ammattitulkkien taitoja, koska tulkkaukseen perustuu hyvin kuuntelutaitoihin. Lisää tutkimusta siis tarvitaan. Esimerkiksi konsekutiivitulkkeja ei ole tutkittu vielä lainkaan millään näistä jännemittareista.

Proosamuotoisen tekstin koe

Edellisten, tavanomaisempien testien lisäksi, muistia on tutkittu muillakin tavoilla. Yksi mahdollisuus on käyttää ärsykkeinä tekstikappaleita tai kokonaisia lyhyitä tekstejä. Tällöin puhutaan proosamuotoisen tekstin kokeesta (*prose recall*). Teksti voidaan lukea kokonaan kerralla ja sitten palauttaa muistista niin tarkoin kuin pystytään. Toinen mahdollisuus, jota itse olen käyttänyt tulkkeja testatessani, on lukea teksti sopivanpituisissa jaksoissa ja pyytää palauttamaan jokainen jakso heti, kun sen lukeminen on päättynyt (vrt. konsekutiivitulkkien työskentelytapa).

Testin pisteytyksessä on käytetty useita eri tapoja. Yksi tapa on laskea oikein palautettujen sanojen lukumäärä. Tai sitten voidaan käyttää propositioiden laskemista tai niin kutsuttua merkityksellistä yksikköä (*idea unit*). Molemmat tavat ovat hieman vaikeasti määriteltäviä, ja eri tutkijat ovat käyttäneet hieman eri määritelmiä. Itse käytin merkityksellisen yksikön määritelmänä ”yksikkö, joka ilmaisee yhden ajatuksen ja sisältää oikean tai implisiittisen verbin”. Käytännössä tämä tarkoittaa suomessa lausetta tai lauseenvastiketta.

Ensimmäisessä tutkimusvaiheessa kokeilin myös sanojen lukumäärän laskemista ja havaitsin kaksi asiaa. Ensinnäkin sanojen laskeminen suomen kielessä on vähän eri asia kuin englannissa, jossa yksinkertaisissa teksteissä käytetyt sanat ovat yleensä kaikki suunnilleen saman pituisia eikä päätteitä tai johdoksia ole. Toiseksi tulos oli suunnilleen sama, käyttipä mittarina sitten sanojen lukumäärää tai merkityksellistä yksikköä. Kielten ammattilaisten muistin testaamiseen tuntui kuitenkin merkityksellinen yksikkö mielekkäämmältä, etenkin kun otetaan huomioon, miten paljon suomalais-ugrilaiset kielet poikkeavat indoeurooppalaisista kielistä (lähinnä englannista), joiden varaan muistitestit on alun perin rakennettu.