

**This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.**

**Author(s):** Pyykönen, Hanna; Parantainen, Heidi; Kujala, Tuomo; Wikgren, Jan

**Title:** Ajokyvyn arviointi MoCA-menetelmällä Alzheimerin taudin varhaisvaiheessa

**Year:** 2019

**Version:** Published version

**Copyright:** © Kirjoittajat & Suomen lääkäriliitto, 2019.

**Rights:** In Copyright

**Rights url:** <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

**Please cite the original version:**

Pyykönen, H., Parantainen, H., Kujala, T., & Wikgren, J. (2019). Ajokyvyn arviointi MoCA-menetelmällä Alzheimerin taudin varhaisvaiheessa. *Lääkärilehti*, 74(11), 686-693.  
<https://www.laakarilehti.fi/tieteessa/alkuperaistutkimukset/ajokyvyn-arviointi-moca-menetelmalla-alzheimerin-taudin-varhaisvaiheessa/>

**HANNA PYYKÖNEN**  
PsM, neuropsykologiaan  
erikoistuva psykologi  
HUS, Neurokeskus,  
neuropsykologia

**HEIDI PARANTAINEN**  
PsL, neuropsykologian  
erikoispsykologi  
Keski-Suomen sairaanhoitopiiri,  
neurologia

**TUOMO KUJALA**  
FT, tutkijatohtori  
Jyväskylän yliopisto,  
informaatioteknologian tiedekunta

**JAN WIKGREN**  
dosentti, yliopistonlehtori  
Jyväskylän yliopisto,  
psykologian laitos,  
monitieteinen aivotutkimuskeskus

## Ajokyvyn arviointi MoCA-menetelmällä Alzheimerin taudin varhaisvaiheessa

**LÄHTÖKOHDAT** Tutkimme Montreal Cognitive Assessment (MoCA) -menetelmän soveltuvuutta varhaista Alzheimerin tautia sairastavien potilaiden ajokyvyn arviointiin. Selvitimme myös menetelmän herkkyyttä tunnistaa kognitiomuutoksia.

**MENETELMÄT** Tutkimus sisälsi haastattelun, kognitiivisen arvioinnin (MoCA), ajon simulaattorilla ja oman ajamisen arvioinnin. Siihen osallistui 7 potilasta ja 17 tervettä ikätoveria.

**TULOKSET** Potilaat suoriutuivat verrokkeja heikommin MoCA-testissä ja simulaattorijossa. Arvio omasta suoriutumisesta ajossa oli heillä merkittävästi parempi kuin verrokeilla. Potilaat saivat testipisteitä keskimäärin 18,6 ja verrokki 27,4. Simulaattorijossa potilaat tekivät lähes kaksi kertaa enemmän virheitä kuin verrokki.

**PÄÄTELMÄT** Testi näyttää tunnistavan varhaisia kognition muutoksia hyvin. Oireiden tiedostamisen ja kognitiivisen suoriutumisen heikentyminen näyttää suurentavan liikenneturvallisuusriskiä. Ajokyvystä on syytä huolestua, kun MoCA-pistemäärä on alle 20.

Alzheimerin tauti (AT) on yleisin etenevä muistisairaus (1). Ajoterveyttä arvioitaessa tärkeimpiä tiedonkäsittelykyvyn osa-alueita ovat harkintakyky, sairautentunto, havainnointi sekä valinta ja päätökset (2).

AT heikentää ajosuoriutumista (3–7). Ajokokeessa epäonnistuu 15–64 % potilaista (8). Onnettomuusriski kasvaa sairauden edetessä (9–11), mutta ajokyky heikentyy eniten taudin varhaisvaiheessa (12,13).

desta alkaen (18). Laajennettuun lääkärintarkastukseen suositellaan suppeita kognitiivista suorituskäytännöitä mittaavia testejä (18). MoCA-testillä (19) seulotaan lieviä kognitiivisia vaikeuksia ja arvioidaan tiedonkäsittelyn osa-alueita (taulukko 1). Se tunnistaa muistisairauksien varhaisvaiheen muutoksia suppeista seulontamenetelmistä herkimmin (19–22).

MoCA-testipisteisiin on esitetty katkaisurajoja ajoturvallisuuden näkökulmasta (23,24). Suomessa ei tietääksemme ole tutkittu testin soveltuvuutta ajokyvyn arviointiin.

Tutkimuskysymyksenä on selvittää, mitkä MoCA-testin osa-alueet ovat parhaiten yhteydessä AT-potilaiden mahdollisesti heikentyneeseen ajosuoriutumiseen ajosimulaattorilla arvioituna.

### Aineisto ja menetelmät

Tutkimukseen osallistui 7 potilasta, jotka sairastivat varhaista, muistipainotteista AT-tautia (liite 1, [www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi) > Sisällysluettelot > SLL 11/2019). Sisäänottokriteereinä olivat Alzheimerin tauti, jonka diagnosoinnista oli kulu-  
nut alle vuosi, ja Clinical Dementia Rating (CDR) -pisteet 0,5–1. Lisäksi potilaan tuli olla alle 75-vuotias, hänellä ei saanut olla merkittävää näköongelmaa, ja häneltä edellytettiin voimassa olevaa ajokorttia ja kykyä ajaa autoa il-

*Yllättävää oli sairaudentunnon heikkous jo taudin varhaisessa vaiheessa.*

Vaikeudet ovat yleisimpiä liikennesääntöjen noudattamisessa, tarkkaavaisuudessa, päätöksenteossa ja suunnitelmallisuudessa (8). Ajosimulaattoritutkimuksissa (14) potilaat tekevät verrokkeihin nähden selvästi enemmän virheellisiä käännöksiä, havainnointiin ja ajolinjaan liittyviä virheitä, reaktiivirheitä ongelmatilanteissa ja toimivat puutteellisesti merkinannossa (13–17). He eksyvät herkemmin, jättävät päätöksenteon viime hetkeen (6,12) ja ajavat hitaammin (8) kuin verrokki.

Ajokortti tulee uusia aiempaa tiheämmin ja laajennetun lääkärintodistuksen kera 70 ikävu-

KIRJALLISUUSLUETTELO  
JA LIITEAINEISTO  
pdf-versiossa  
[www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi)

Sisällysluettelot  
SLL 11/2019

VERTAISARVIOITU 

## TAULUKKO 1.

### Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

Seulontamenetelmä lievien kognitiivisten vaikeuksien tunnistamiseksi

Arvioi tiedonkäsittelyn osa-alueita: tarkkaavuutta ja keskittymistä, toiminnanohjausta, muistia, kielellisiä taitoja, visuostruktiivisia taitoja, kielellistä ajattelua, laskemista ja orientaatiota

Tehtävien suorittamiseen kuluu noin 10 minuuttia

Perusterveydenhuollon käytettävissä

Maksimipistemäärä 30, tulos  $\geq 26$  pistettä tulkitaan normaaliksi

Uudeksi pisterajaksi ehdotettu 23/30

man ylimääräisiä hallintalaitteita. Äidinkielen tuli olla suomi, ja tutkittavan piti ymmärtää tutkimuksen tarkoitus ja pystyä itse päättämään osallistumisestaan.

Verrokkit (n = 17) rekrytoitiin ”suusta suuhun” -menetelmällä, ja sisäänottokriteerit olivat AT:a lukuun ottamatta samat (liite 1). Kaikilla oli poissulkukriteerinä aiempi toimintakyky selvästi heikentävä neurologinen tai psykiatrisen sairaus.

Aineisto kerättiin yhdellä käynnillä, jolloin tehtiin alkuhaastattelu, kognitiivista toimintakykyä mittaavat tehtävät ja ajosimulaattorikoe. Aineisto ja menetelmät on kuvattu tarkemmin liitteessä (liite 2) (25).

Kognitiivista toimintakykyä arvioitiin MoCA-tehtäväsarjalla (26) ja ajokykyä ajosimulaattorilla (27). Tutkittavat ajoivat todellisuutta vastaavan kaupunkiympäristöreitin ääni- ja nuoliohjeistuksen mukaan 20–40 km:n tuntinopeudella ja 10 minuutin maantieajo-osuuden ohjeistuksella 80 km/h. Ajoympäristön havainnointia arvioitiin silmänliikekameralla.

Alkuhaastattelussa kysyttiin tutkittavien ikä, kätisyys, koulutustausta, lääkärin aiemmin toteamat sairaudet, lääkitys, tupakointi, alkoholin käyttömäärät, ajolupa, -kokemus ja -määrä, näkökyky sekä kuulon toimivuus. Tutkittavat arvioivat Visual analog scale (VAS) -janalla (28) väsymystään ennen ja jälkeen simulaattoriajon sekä ajokykyisyytään ajon jälkeen.

Simulaattoripahoinvoinnin (29) takia aineistosta jäi pois 9 tutkittavaa. Lopulliseen analyysiin otettiin 5 AT-potilasta ja 10 verrokkia. Koska ryhmäkoot jäivät pieniksi, ryhmien eroja demografisissa tekijöissä, suoriutumisessa MoCA-tehtäväsarjassa ja ajosimulaattoriajossa sekä väsymyskyselyn ja ajosuoriutumista arvioivan

kyselyn tuloksissa testattiin ei-parametrisella Mann–Whitneyn U-testillä.

Ajoaika ja ajamisessa tehdyt virheet laskettiin ja ajovirheet luokiteltiin Trafifin kuljettajantutkiminnon ajokokeen ohjeistuksen (30) mukaan (liite 3).

### Tulokset

Ryhmien välillä ei ollut eroa iän, koulutusvuosien tai vuotuisten ajokilometrien suhteen. Kaikilla potilailla oli lääkitys muistisairauteen, muttei muuta henkiseen toimintakykyyn vaikuttavaa lääkitystä. Kaksi verrokkia raportoi käyttävänsä lääkettä, joka voi vaikuttaa keskittymiseen ja väsymykseen. He eivät kuitenkaan kokeneet vaikutuksia kognitioon.

Potilaiden kognitiivinen suoriutuminen oli MoCA-testin kokonaispistemäärän perusteella merkittävästi heikompaa kuin verrokeilla (taulukko 2). Ryhmien erot olivat selvimmät muistiaineksen viivepalautuksessa, jossa potilaat saivat poikkeuksetta nolla pistettä. Erot olivat verrokkien eduksi merkitseviä myös visuospatiaalisissa toiminnoissa (tilasuhteiden hahmottamisessa), toiminnanohjauksessa, kielellisissä toiminnoissa ja orientaatioissa. Lisäksi potilaat suoriutuivat heikommin nimeämisessä, tarkkaavuudessa ja käsitteenmuodostuksessa, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Simulaattoriajosta potilaat suoriutuivat yleisesti verrokkeja heikommin (taulukko 3). He tekivät ajon aikana lähes kaksi kertaa enemmän virheitä kuin verrokkit ja keskimäärin kolme vaaralliseksi luokiteltua virhettä. Vastaavia virheitä sattui verrokkiryhmässä vain yksi. Vaaraa aiheuttaviksi virheiksi tulkittiin läheltä piti -tilanteet ja selvät kolarit. Ne aiheutuivat lähes poikkeuksetta tilanteissa, joissa tutkittava ei huomionnut kevyttä liikennettä tai risteyksissä muita tiellä liikkujia lainkaan tai vasta viime hetkellä ja teki äkkijarrutuksen.

Potilaat tekivät tällaisia havainnointivirheitä merkittävästi enemmän kuin verrokkit. Selvin ero ryhmien välillä oli vuorovaikutusvirheissä. Virhetyypeistä yleisin oli kummassakin ryhmässä sijaintivirheet.

Virheiden suuresta määrästä huolimatta potilaat arvioivat ajosuoriutumisensa paremmaksi kuin verrokkit oman suoriutumisensa. Potilaat kokivat itsensä verrokkeihin nähden vähemmän väsyneiksi myös ennen simulaattoriajoa, mutta he eivät myöskään väsyneet ajon aikana.

**TAULUKKO 2.**

**Ryhmiä vertailu Montreal Cognitive Assessment (MoCA) -testissä**

Alzheimerin tautia (AT) sairastavien (n = 5) ja verrokkien (n = 10) pisteet (p) testin osa-alueilla.

Toiminnot	AT-potilaat Keskiarvo (keskihajonta), vaihteluväli	Verrokkit Keskiarvo (keskihajonta), vaihteluväli	Z	p
Visuospatiaaliset/toiminnanohjaus, max. 5 p	3,2 (1,5), 1–5	4,7 (0,5), 4–5	2,28	0,022
Nimeäminen, max. 3 p	2,6 (0,5), 2–3	3 (0)	2,08	0,038
Tarkkaavuus, max. 6 p	5 (1,2), 3–6	6 (0)	2,63	0,009
Kielelliset toiminnot, max. 3 p	1,4 (0,5), 1–2	2,7 (0,5), 2–3	2,91	0,004
Käsittömuodostus, max. 2 p	1,4 (0,9), 0–2	1,9 (0,3), 1–2	1,4	0,161
Viivepalautus, max. 5 p	0	3,2 (1,8), 0–5	2,86	0,004
Orientaatio, max. 6 p	5 (0,7), 4–6	5,9 (0,3), 5–6	2,66	0,008
MoCA, kokonaispistemäärä 30 p	18,6 (3,1), 15–23	27,4 (2,2), 25–30	3,08	0,002
MMSE diagnosoitaessa, max 30 p	24,8 (3), 21–29	-	-	-
CDR-pisteet diagnosoitaessa	0,5	-	-	-

Visuospatiaaliset (tilasuteiden hahmottaminen) toiminnot, MMSE = Mini-Mental State Examination, CDR = Clinical Dementia Rating

Väsymyksen aste ajon jälkeen oli jopa vähäisempää kuin verrokkiryhmällä ennen ajoa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

**Päätelmät**

AT-potilaiden kognitiiviset toiminnot heikkenevät taudin varhaisvaiheessa MoCA-tehtäväsarjalla arvioituna, kuten oli odotettu. Heikentynyt kognitiivinen suoriutuminen MoCA-testissä ja itsearviointikyselyn perusteella puutteellinen oiretiedostus näkyvät heikentyneenä suoriutumisenä ajosimulaattorissa.

MoCA näyttäisi tunnistavan hyvin AT:n varhaisvaiheen kognitiomuutoksia (19–21). Potilaat suoriutuivat testissä sekä kokonaispistemäärän että tehtäväkohtaisten osioiden perusteella kauttaaltaan heikommin kuin terveet ikätoverit. Pistemäärät vaihtelivat AT-ryhmässä välillä 15–23 ja verrokkiryhmässä välillä 25–30. Ryhmien sisäinen vaihtelu puoltaisi ehdotettua uutta 23 pisteen pisterajaa väärien positiivisten välttämiseksi (22).

Potilailla oli MoCA-testin osa-aluevertailussa enemmän vaikeuksia visuospatiaalisissa ja toiminnanohjauksen osioissa, kielellisissä taidoissa, viivepalautuksessa ja orientaatioissa kuin verrokeilla. Ne ovat taitoja, jotka heikkenevät AT:ssa yleensä ensimmäisenä (1).

Tiedetään myös, että testit, jotka mittaavat muistin (16), visuospatiaalisten taitojen (6,7,31,32), tarkkaavuuden (6,12,31) ja toiminnanohjauksen (31,32) komponentteja, korreloivat parhaiten sekä ajosimulaattorituloksiin että käytännön ajokokeeseen (8,32,33). MoCA-testin tuloksia tulkittaessa on syytä kiinnittää erityistä huomiota näiden osa-alueiden heikkenemiseen, koska niiden kyky erotella tutkittavia ja verrokkeja näyttäisi tämän tutkimuksen mukaan olevan paras.

Ajovirheiden ja laadullisten havaintojen perusteella potilaat suoriutuivat simulaattoriajosta heikommin kuin verrokkit. Tulos on linjassa aiempien tutkimuslöydösten kanssa (8). Potilaat tekivät muistisairaille tyypillisiä virheitä merkinannossa (12,32) ja vuorovaikutuksessa muiden tiellä liikkujiin kanssa (4,17). Merkinantovirheet ilmenivät puutteellisena vilkun käyttönä käännyttäessä tai kaistaa vaihdettaessa. Potilaat näyttivät myös ylimääräisiä suunta-merkkejä liikennepyröissä. Havainnointivirheet näkyivät kevyen liikenteen ja muiden autoilijoiden heikompana huomiointina. Lisäksi

**TAULUKKO 3.**

**Simulaattoriajon ryhmävertailut**

Ajokyyviä arvioiti VAS-janalla: 0 = ajaminen sujuu erittäin huonosti, 10 = ajaminen sujuu erittäin hyvin. Väsymyksen arviointi VAS-janalla: 0 = ei väsymystä, 10 = pahin mahdollinen väsymys.

	AT-potilaat, n = 5 Keskiarvo (keskihajonta) vaihteluväli	Verrokkit, n = 10 Keskiarvo (keskihajonta) vaihteluväli	Z	p
Havainnointivirheet	2,4 (0,9), 1–3	0,9 (0,7), 0–2	2,5	0,013
Arviointivirheet / vaaraa aiheuttavat virheet	0,2 (0,4), 0–1	0	1,41	0,157
Nopeudensäätelyvirheet	Ei	Ei	0	Ei
Vuorovaikutusvirheet / vaaraa aiheuttavat	3,4 (2,8), 0–8	0,6 (0,5), 0–1	2,87	0,004
Ajoneuvon sijaintivirheet	3,8 (1,3), 2–5	4,6 (1,2), 3–7	0,89	0,371
Liikenteenohjauksen noudattamisvirheet	3 (2,7), 0–7	0,5 (0,7), 0–2	2,02	0,043
Virheet yhteensä	12,8 (5,2), 4–17	6,6 (1,4), 5–9	1,89	0,058
Niistä vaaraa aiheuttavia	2,8 (1,1), 1–4	0,1 (0,3), 0–1	3,4	0,001
Ajoaika, min	31,07 (5,4), 25,61–39,51	28,86 (8,9), 19,56–45,23	0,74	0,462
Arvio omasta ajosuoritteesta (VAS)	9,04 (0,6), 8,1–9,7	7,01 (1,4), 4,9–8,9	2,69	0,007
Väsymys ennen ajoa (VAS)	0,5 (0,8), 0–2,0	2,51 (2,4), 0,3–7,3	2,46	0,014
Väsymys ajon jälkeen (VAS)	2,2 (2,9), 0–6,8	4,16 (3,0), 0,8–8,7	1,54	0,125

## SIDONNAISUUDET

Hanna Pyykönen, Heidi Parantainen, Tuomo Kujala, Jan Wikgren: Ei sidonnaisuuksia.

ilmeni tavallisia virheitä liikenteenohjauksen noudattamisessa: potilaat ajoivat useammin päin punaisia (13,17) tai eksyivät reitiltä (6,9,12,34).

Risteyskolarit ovat dementoituneiden kuljettajien tyypillisimpiä onnettomuuksia (10,13). Toiminta risteyksissä on liikenneturvallisuuden kannalta huolestuttavinta terveilläkin ikääntyneillä (35). Toiminnanohjauksen ja liikenteen kokonaisvaltaisen hahmottamisen kannalta vaativat liikennetilanteet osoittautuivat virheiden perusteella kummallekin ryhmälle haastaviksi myös tässä tutkimuksessa. Verrokeilla oli puutteellisesta ryhmittymisestä johtuvia ajoneuvon sijaintivirheitä jopa enemmän kuin potilailla, mutta ryhmittymisestä ei aiheutunut vaaraa. Potilaiden ajokäyttäytyminen näissä tilanteissa oli useimmiten tulkittavissa vaaraa aiheuttavaksi.

Havainnointivaikeuksien ohella potilailla oli ongelmia ajolinjan säilyttämisessä. Tämän voi katsoa selittyvän osin visuospatiaalisten taitojen heikkenemisellä (7). AT-potilaat ovat lähes poikkeuksetta riskialttiimpia kuljettajia kuin verrokkit (36). Tässä tutkimuksessa potilaat tekivät lähes kaksi kertaa niin paljon virheitä kuin verrokkit. Suurin osa niistä sattui moniosaisissa liikennetilanteissa.

Potilaat suoriutuvat verrokkeja hitaammin myös simulaattoriajosta. Tämä on sangen yleinen löydös sekä käytännön ajokoe- että ajosimulaattoritutkimuksissa (15,17). Varovaisen ajotyylin voi olettaa kertovan pyrkimyksestä kompensoida kognition heikentymistä. On havaittu, että reagoimisen hitautta merkitsevämpää on tilanteiden havaitsemisen ja ymmärtämisen hidastuminen: kuljettaja ajautuu tilanteisiin, ennen kuin ehtii havaita, mistä on kyse ja miten tulee reagoida (6,12,33).

Väsymyskysely ja ajamisen subjektiivinen arviointi antoivat tietoa potilaiden sairaudentunnosta, joka tyypillisesti heikkenee sairauden edetessä (37). Kuten aiemmissa tutkimuksissa (12,38) arviot omasta suoriutumisesta simulaattoriajossa olivat AT-potilailla selvästi paremmat kuin verrokeilla. Oireiden puutteellisen tiedostamisen voi ajatella ilmenevän ajamisessa yleisenä arvostelu- ja harkintakyvyn heikkenemisenä. Yllättävää oli sairaudentunnon heikkous jo näin varhaisessa taudin vaiheessa. Oma arvio ajamisesta oli yksi tilastollisesti merkitsevimmistä ryhmiä erottelevista tekijöistä simulaatto-

## English summary

[www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi)

> in english

The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in assessing driving ability of patients with early Alzheimer's disease

## TÄSTÄ ASIASTA TIEDETTIIN

- Muistisairaiden kuljettajien määrä liikenteessä lisääntyy lähivuosina.
- Alzheimerin tauti heikentää ajokykyä.
- Seulontamenetelmien tarve kasvaa.

## TÄMÄ TUTKIMUS OPETTI

- Ajokykyä tulisi arvioida jo Alzheimerin taudin varhaisvaiheessa.
- Oiretiedostus näyttäisi kognitiomuutosten ohella heikkenevän taudin varhaisvaiheessa.
- MoCA on herkkä seulontamenetelmä Alzheimerin taudin kognitiomuutosten tunnistamiseen. Ajokykyisyydestä tulisi huolestua, kun MoCA-pistemäärä on alle 20.

riajoa vertailtaessa.

Mini-Mental State Examination -asteikko (MMSE) (39) on toinen suppeahko muistioireiden ja -sairauksien ensivaiheen seulontamenetelmä, jota on käytetty arvioitaessa ajokortin hakijan jäljellä olevaa suorituskkyä liikenteessä (4). Tutkimustulokset MMSE-pisteiden yhteydestä ajokykyyn ovat ristiriitaisia (40). Vaikkei testien kokonaispistemääriä varsinaisesti vertaillutakaan, AT-potilaiden keskimääräinen MMSE-pistemäärä on selvästi suurempi kuin MoCA-pistemäärä (taulukko 2). Pienestä ryhmäkoosta huolimatta tuloksemme on linjassa aiempien löydösten kanssa: MoCA tunnistaa herkemmin varhaisvaiheen muutoksia kuin MMSE (19,21,41,42).

Paras ennustearvo AT-potilaiden ajokyvyn arvioinnissa saavutetaan yhdistämällä haastattelu, neuropsykologinen tutkimus ja simulaattoriajo (16). Käytännössä tällaista tutkimuspakettia ei voida toteuttaa perusterveydenhuollossa. Pienestä otoskoosta huolimatta tämä tutkimus on linjassa aiemman tutkimustiedon kanssa siinä, että heikentynyt kognitiivinen suoriutumisen MoCA-testissä näyttäisi olevan yhteydessä heikentyneeseen ajosuoriutumiseen simulaattoriajosta tehtyjen havaintojen perusteella (23,24).

Tutkimus tukee mahdollisuutta harkita MoCA-testin käyttöä ensivaiheen seulontamenetelmänä, kun ajokykyisyyttä arvioidaan perusterveydenhuollossa. Yhdessä aiemman tutkimustiedon kanssa tulokset viittaavat siihen, että kun MoCA-pistemäärä jää alle 20:n, voi olla perusteltua ottaa potilas tiiviiseen seurantaan ja tarvittaessa harkita ajokoetta tai erikoissairaanhoidon tutkimuksia arvioinnin tueksi. ●

**HANNA PYYKÖNEN**  
M.A. (Psychology),  
neuropsychologist trainee  
University of Helsinki,  
Neuropsychology, and Helsinki  
University Hospital

**HEIDI PARANTAINEN**  
**TUOMO KUJALA**  
**JAN WIKGREN**

# The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in assessing driving ability of patients with early Alzheimer's disease

**BACKGROUND** The aim of this study was to evaluate the suitability of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) as a screening tool when evaluating fitness to drive in individuals with early Alzheimer's disease (AD). The aim was also to evaluate the sensitivity of the MoCA to detect the early cognitive impairments in AD.

**METHODS** Seven individuals with early AD and 17 healthy elderly drivers participated in a driving simulator study consisting of clinical interview, cognitive assessment (MoCA) and simulator drives. After the simulator drives, participants were asked to self-evaluate their driving performance.

**RESULTS** AD participants performed worse in both the MoCA test and the simulator drive compared to healthy elderly participants. AD participants also overestimated their driving ability. The overall MoCA score in the AD group was 18.6 compared with 27.4 in the control group. During the simulator drive AD participants made almost twice as many driving errors as healthy controls.

**CONCLUSIONS** The MoCA seems to be a sensitive screening tool for detecting cognitive impairments in early AD. Anosognosia and deficits in visuospatial abilities, executive functioning and memory seem to increase the safety risk among AD drivers based on the simulator drive. An MoCA score of 20 or less should raise concerns about driving safety.

## KIRJALLISUUTTA

- 1 Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecim, Societas Gerontologica Fennica, Suomen Geriatri -yhdistyksen, Suomen Neurologisen Yhdistyksen, Suomen Psykiatriyhdistyksen ja Suomen Yleislääketieteen Yhdistyksen asettama työryhmä. Muistisairaudet. Käypä hoito -suositus 27.1.2017. [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)
- 2 Kuikka P, Nybo T, Akila R, Ranta M. Kognition tutkiminen iäkkäiden ajokykyarviossa. *Psykologia* 2006;41:96–106.
- 3 Dubinsky RM, Stein AC, Lyons K. Practice parameter: Risk of driving and Alzheimer's disease (an evidence-based review): Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2000;54:2205–11. DOI:10.1212/WNL.54.12.2205
- 4 Brown LB, Ott BR. Driving and dementia: a review of the literature. *J Geriatr Psychiatry Neurol* 2004;17:232–40. DOI:10.1177/0891988704269825
- 5 Ott BR, Heindel WC, Papandonatos GD ym. A longitudinal study of drivers with Alzheimer disease. *Neurology* 2008;70:1171–8. DOI:10.1212/01.wnl.0000294469.27156.30
- 6 Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Sho Q, Dawson JD. Driver route-following and safety errors in early Alzheimer disease. *Neurology* 2004;63:832–7.
- 7 Dawson JD, Anderson SW, Uc EY, Dastrup E, Rizzo M. Predictors of driving safety in early Alzheimer disease. *Neurology* 2009;72:521–7. DOI:10.1212/01.wnl.0000341931.35870.49
- 8 Jacobs M, Hart EP, Roos RAC. Driving with a neurodegenerative disorder: an overview of the current literature. *Review. J Neurol* 2017;264:1678–96 DOI 10.1007/s00415-017-8489-9
- 9 Devlin A, McGillivray J, Charlton J, Lowndes G, Etienne V. Investigating driving behaviour of older drivers with mild cognitive impairment using a portable driving simulator. *Accid Anal Prev* 2012;49:300–7. DOI:10.1016/j.aap.2012.02.022
- 10 Drachman DA, Swearer JM. Driving and Alzheimer's disease: the risk of crashes. *Neurology* 1993;43:2448–56.
- 11 Vehmas A, Mikkonen V. Ikääntyneiden kuljettajien ajo-oikeus – Mahdolliset rajoittamisen mallit, niiden edellytykset ja vaikutukset. *Trafin julkaisuja* 12/2017.
- 12 Duchek JM, Carr DB, Hunt L ym. Longitudinal driving performance in early stage dementia of the Alzheimer type. *J Am Geriatr Soc* 2003;51:1342–7.
- 13 Stein AC, Dubinsky RM. Driving simulator performance in patients with possible and probable Alzheimer's disease. *Ann Adv Automot Med* 2011;55:325–34.
- 14 Freund B, Gravenstein S, Ferris R. Evaluating driving performance of cognitively impaired and healthy older adults: A pilot study comparing on-road testing and driving simulation. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:1309–15.
- 15 Cox DJ, Quillian WC, Thorndike FP, Kovatchev BP, Hanna G. Evaluating driving performance of outpatients with Alzheimer disease. *J Am Board Family Pract* 1998;1:264–71.
- 16 Piersma D, Fuermaier ABM, de Waard D ym. Prediction of fitness to drive in patients with Alzheimer's Dementia. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 2016;32:70–75. DOI:10.1097
- 17 Yamin S, Stinchcombe A, Gagnon S. Deficits in attention and visual processing but not global cognition predict simulated driving errors in drivers diagnosed with mild Alzheimer's disease. *Am J Alzheimers Dis Other Dement* 2012;31:351–60.
- 18 Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Ajoterveystietojen arviointiohjeet lääkäreille – (päivitetty 16.5.2017). [www.trafi.fi/filebank/a/1495180076/57cc5f81dab60b5ac3994097f3d1a0b2/25315-Trafi\\_Ajoterveystietojen\\_arviointiohjeet\\_laakareille\\_2017\\_05\\_16.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1495180076/57cc5f81dab60b5ac3994097f3d1a0b2/25315-Trafi_Ajoterveystietojen_arviointiohjeet_laakareille_2017_05_16.pdf).
- 19 Nasreddine ZS, Phillips N, Bédirian V ym. The Montreal Cognitive Assessment (MoCA): A brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Ger Soc* 2005;53:695–9.
- 20 Costa AS, Reich A, Fimm B, Ketteler ST, Schulz JB, Reetz K. Evidence of the sensitivity of the MoCA alternate forms in monitoring cognitive change in early Alzheimer's Disease. *Dement Geriatr Cogn Dis* 2014;37:95–103. DOI:10.1159/000351864
- 21 Roalf DR, Moberg PJ, Xie SX, Wolk DA, Moelter ST, Arnold SE. Comparative accuracies of two common screening instruments for classification of Alzheimer's disease, mild cognitive impairment, and healthy aging. *Alzheimers Dement* 2012;20:1552-5260(12)02463-6.
- 22 Carson N, Leach L, Murphy KJ. A re-examination of Montreal Cognitive Assessment (MoCA) cutoff scores. *Int J Ger Psych* 2018;33:379–88. DOI:10.1002/gps.4756
- 23 Hollis AM, Duncanson H, Kapust LR, Xi PM, O'Connor MG. Validity of the Mini-Mental State examination and the Montreal Cognitive Assessment in the prediction of driving test outcome. *J Am Ger Soc* 2015;63:988–92.
- 24 Esser P, Dent S, Jones C ym. Utility of the MOCA as a cognitive predictor for fitness to drive. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2015;87:567–8.
- 25 Parantainen H. Tunnistetaanko neglect ajokykyarviossa? Kognitiivinen suoriutuminen ja ajosimulaattori. Jyväskylän yliopisto, lisensiaatintutkimus 2018.
- 26 Hänninen T, Pulliainen V, Puustinen J. Montreal Cognitive Assessment (MoCa), Version 7.1, Finnish version 2009. [www.mocatest.org](http://www.mocatest.org)
- 27 Kujala T, Grahn H, Mäkelä J, Lasch A. On the visual distraction effects of audio-visual route guidance. In Proceedings of the 8th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI'16). 2016 New York, NY: ACM. <https://doi.org/10.1145/3003715.3005421>
- 28 Lee KA, Hicks G, Nino-Murcia G. Validity and reliability of a scale to assess fatigue. *Psychiatry Research* 1991;36:291–8.
- 29 Brooks JO, Goodenough RR, Crisler MC ym. Simulator sickness during driving simulation studies. *Accid Anal Prev* 2010;42:788–96.
- 30 Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Kuljettajantutkimon ajokoe. 2016. [www.trafi.fi/filebank/a/1470643980/e319003253812c-9750417418de4b6317/22172-21945-3](http://www.trafi.fi/filebank/a/1470643980/e319003253812c-9750417418de4b6317/22172-21945-3)
- Ohje - kuljettajantutkimon ajokoe\_2016.pdf.
- 31 Carr DB, Barco PP, Wallendorf MJ, Snellgrove CA, Ott BR. Predicting road test performance in drivers with dementia. *J Am Geriatr Soc* 2011;59:2112–7. DOI:10.1111/j.1532-5415.2011.03657.x
- 32 Grace J, Amick MM, D'Abreu A, Festa EK, Heindel WC, Ott BR. Neuropsychological deficits associated with driving performance in Parkinson's and Alzheimer's disease. *J Int Neuropsychol Soc* 2005;11:766–75.
- 33 Silva MT, Laks J, Engelhardt E. Neuropsychological tests and driving in dementia: a review of the recent literature. *Rev Assoc Med Bras* 2009;55:484–8.
- 34 Kuikka P, Summala H, Kalakoski V, Sallinen M. Ikääntyminen ja ajaminen. Ajokyvyn kognitiivisten edellytysten arviointi muistisairauksien ja aivohalvausten jälkitilojen yhteydessä. Liikenneturvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämisohjelma LINTU-julkaisuja 1/2012. [www.lintu.info/ajokyyky](http://www.lintu.info/ajokyyky)
- 35 Davis JD, Wang S, Festa EK ym. Detection of risky driving behaviours in the naturalistic environment in healthy older adults and mild Alzheimer's disease. *Geriatrics* 2018;3(2):13 DOI:10.3390/geriatrics3020013
- 36 Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Shi Q, Dawson JD. Unsafe rear-end collision avoidance in Alzheimer's disease. *J Neurol Sci* 2006;251:35–43.
- 37 Mograbi DC, Brown RG, Morris RG. Anosognosia in Alzheimer's disease – the petrified self. *Conscious Cogn* 2009;18:989–1003. DOI:10.1016/j.concog.2009.07.005
- 38 Kuikka P, Mäkinen T. Voiko potilaan omaa ajokykyarvioon luottaa? *Suom Lääkäril* 2004;59:4287–8.
- 39 Folstein M, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-Mental State" a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatric Res* 1975;12:189–98.
- 40 Frittelli C, Borghetti D, Ludice G ym. Effects of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment on driving ability: a controlled clinical study by simulated driving test. *Int J Ger Psych* 2009;24:232–8. DOI:10.1002/gps.2095
- 41 Pirttilä T, Koponen H. Muistipotilaan kognitiivisen suorituskyvyn arviointi. Käypä hoito -suositus 10.5.2010. [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)
- 42 Trzepacz PT, Hochstetler H, Wang S, Walker B, Saykin A. Relationship between the Montreal Cognitive Assessment and Mini-mental State Examination for assessment of mild cognitive impairment in older adults. *BMC Geriatrics* 2015;15:107. DOI:10.1186/s12877-015-0103-3

Liite 1.  
Demografiset tiedot

	Alzheimer-potilaat (n = 5)	Verrokit (n = 10)
Ikä, v		
Keskiarvo	61,8	60
Keskihajonta	6,8	7,5
Vaihteluväli	56–73	50–74
Sukupuoli		
Nainen	3	3
Mies	2	7
Ajokilometrit/v		
Keskiarvo	9 220	17 100
Keskihajonta	8 247,5	8 764,8
Vaihteluväli	14 000–22 100	3 000–35 000
Ajokielto	Ei	Ei
Koulutus, v		
Keskiarvo	14,4	14,7
Keskihajonta	2,1	1,7
Vaihteluväli	12–17	12–17
Aika AT-diagnoosista, kk		
Keskiarvo	7,08	
Keskihajonta	3,3	
Vaihteluväli	2,0–10	



## Liite 2.

### Aineisto ja menetelmät

Tutkimukseen osallistui 7 potilasta, jotka sairastivat varhaista muistipainotteista (amnestinen) AT-tautia (liite 1). Sisäänottokriteerit olivat 1) Alzheimerin taudin diagnoosi, 2) diagnoosista oli aikaa alle vuosi ja Clinical Dementia Rating (CDR) -pisteet 0,5–1, 3) alle 75 vuoden ikä, 4) voimassa oleva ajokortti ja kyky ajaa autoa ilman ylimääräisiä hallintalaitteita, 5) ei merkittävää näköongelmaa, 6) äidinkieli suomi ja 7) tutkittava ymmärtää tutkimuksen tarkoituksen ja pystyy itse päättämään osallistumisestaan.

Verrokkit (n = 17) rekrytoitiin ”suusta suuhun” -menetelmällä, ja sisäänottokriteerit olivat samat AT:a lukuun ottamatta (liite 1). Poissulkukriteerinä oli kaikilla aikaisempi toimintakykyä selvästi heikentävä neurologinen tai psykiatrinen sairaus.

Tutkimukseen on saatu puoltava lausunto Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettiseltä toimikunnalta (Dnro 10U/2014) ja tutkimuslupa sairaanhoitopiirin johtajaylilääkäriltä. Tutkittavia informoitiin tutkimuksen tarkoituksesta ja kulusta, tietojen luottamuksellisuudesta ja osallistumisen vapaaehtoisuudesta. Verrokeille kerrottiin heidän aineistoaan käytettävän vertailuaineistona myös toisessa tutkimuksessa (25). Aineisto on kerätty Jyväskylän yliopiston tiloissa yhdellä käyntikerralla, jolloin tehtiin alkuhaastattelu, kognitiivista toimintakykyä mittaavat tehtävät ja ajosimulaattorikoe.

Kognitiivista toimintakykyä arvioitiin MoCA-tehtäväsarjan suomenkielisellä versiolla (26). Vain verrokeille tehtiin toiseen tutkimukseen (25) liittyen visuaalisen havainnoinnin, hahmottamisen ja muistin osatehtäviä.

Ajokykyä arvioitiin Jyväskylän yliopiston informaatioteknologian tiedekunnan käyttäjäpsykologian laboratorion ajosimulaattorilla, jota hallittiin EepSoft driving simulation -ohjelmistolla (27). Tutkittavat ajoivat todellisuutta vastaavan kaupunkiympäristöreitin ääni- ja nuoliohjeistuksen mukaisesti 20–40 km:n tuntinopeudella ja 10 minuutin maantieajo-osuuden ohjeistuksella 80 km/h. Lisäksi ajoympäristön havainnointia arvioitiin Ergoneers Dikablis Essential (50 Hz) -silmänliikekameralla.

Alkuhaastattelussa kysyttiin tutkittavien ikä, kätisyys, koulutustausta, lääkärin aiemmin toteamat sairaudet, käytössä oleva lääkitys, tupakointi, alkoholin käyttömäärät, ajolupa, ajokokemus ja -määrä, näkökyky sekä kuulon toimivuus. Tutkittavat arvioivat väsymystään ennen ja jälkeen simulaattoriajon ja ajon jälkeen ajokykyisyyttään 10 cm:n mittaisella pystysuoralla Visual analog scale (VAS) -janalla (28). Ajon jälkeen he arvioivat ajamisen osa-alueita strukturoiduilla kysymyksillä.

Aineisto analysoitiin IBM SPSS 25 -ohjelmistolla. Simulaattoripahoinvoinnin (29) takia, aineistosta jäi pois 9 tutkittavaa (37,5 %). Lopulliseen analyysiin otettiin mukaan 5 AT-potilasta ja 10 verrokkia. Koska ryhmäkoot jäivät näin pieniksi, ryhmien välisiä eroja demografisissa tekijöissä, suoriutumisessa MoCA-tehtäväsarjassa ja ajosimulaattoriajossa sekä väsymyskyselyn ja ajosuoriutumista arvioivan kyselyn tuloksissa testattiin ei-parametrisella Mann–Whitneyn U-testillä.

Ajoaika ja ajamisessa tehdyt virheet laskettiin ja kirjattiin ajosuoriutumisen arviointia varten tehtyyn ajolokiin. Ajosimulaattorista tallennetut videomateriaalit kaikista tutkittavista käytiin

Liite 3.  
Ajovirheet

Virhetyyppi	Esimerkki toimintavirheestä
Havainnointivirhe	Suojatien tai kevyen liikenteen väylän liikenne jäi havainnoimatta käännäessä tai kaistan vaihtaminen ilman havainnointia
Arviointivirhe	Kaistaa vaihdettaessa oma kaista tai kaista, jolle aiottiin vaihtaa, ei ollut riittävän pitkälle vapaana, tai tutkittava arvioi väärin takaa lähestyvän ajoneuvon nopeuden kaistanvaihtotilanteessa
Nopeudensäätelyvirhe	Epätasainen ajonopeus mukaan lukien tarpeettomat jarrutukset ja myöhäinen hidastaminen tai toisaalta tarpeettoman hitaasti ajaminen
Vuorovaikutusvirhe	Suuntamerkki jäi näyttämättä kaistaa vaihdettaessa tai käännäessä risteyksessä
Ajoneuvon sijaintivirhe	Epävarmuutta ajolinjan säilyttämisessä, jatkuvaa tarpeetonta ajoa vasemmalla kaistalla, tai tutkittava ei risteykseen saavuttaessa ryhmittynyt riittävän ajoissa, selkeästi ja liikennesääntöjen mukaisesti
Liikenteenohjauksen noudattamisvirhe	Punaisia päin ajaminen, pakollisen pysähtymisen laiminlyönti, ajovuoron tulkitseminen väärin tai navigaattorin ohjeistuksen noudattamatta jättäminen, josta seurasi eksyminen reitiltä