NAH-CONGRES 2026 · SESSIE 4

Van papier-en-potlood naar immersieve omgevingen

XR en mobiele oogbewegingsregistratie in neuropsychologisch assessment en revalidatie



Prof. dr. Céline Gillebert
Klinisch neuropsycholoog · KU Leuven

13 oktober 2026 · BMCC Brugge

1

CASUS

Meneer El Amrani: ‘normaal’ op papier?

67 jaar · gepensioneerd buschauffeur · spreekt thuis Darija, Nederlands als tweede taal
Rechtshemisferisch ischemisch CVA, 8 weken geleden · nu in revalidatie

In het testlokaal

- Lijnbisectie: binnen de norm
- Doorstreeptaak: 2 omissies links (normaal)
- Kloktekening: correct, wel traag
- Werkt zorgvuldig en systematisch

Op de afdeling en thuis

- Botst links tegen deurposten
- Laat eten links op zijn bord
- Reageert niet als men hem links aanspreekt
- Echtgenote: “hij let gewoon niet op”

Heeft meneer El Amrani neglect?

2

2

WAAROM VERDER DAN PAPIER?

Klassieke tests: een stevig fundament

Gestandaardiseerd
Iedereen krijgt dezelfde taak, op dezelfde manier

Genormeerd
Vergelijking met leeftijd- en opleidingsgenoten

Psychometrisch onderbouwd
Decennia onderzoek naar betrouwbaarheid en validiteit

Toegankelijk
Snel, goedkoop, overal inzetbaar – ook aan bed

Niet vervangen, maar aanvullen.

Hybride zorg: klassieke en digitale instrumenten doelgericht combineren.

3

3

WAAROM VERDER DAN PAPIER?

Grenzen van het klassieke model

Ecologische validiteit

Een prikkelarm testlokaal is geen drukke supermarkt. Wat in de test ‘ruis’ is, lokt thuis de klacht uit.

Momentopname

Eén meting op één dag. Slaap, vermoeidheid, stemming en pijn doen prestaties schommelen.

Handmatige afname en scoring

Tijdsintensief, foutgevoelig en beperkt precies in timing en reactietijden.

Weinig procesinformatie

Een totaalscore zegt wát, niet hóe: pauzes, zoekstrategie, variabiliteit, fouttypes.

4

4

RUIMTELIJK NEGLECT

Neglect: frequent, ingrijpend – en vaak gemist

± 30 %

van de patiënten na een beroerte ontwikkelt ruimtelijk neglect

± 5.700

patiënten met neglect per jaar in België (op ± 19.000 opnames voor beroerte)

Gevolgen

- Meer valincidenten
- Trager motorisch herstel
- Langere opname, meer afhankelijkheid
- Hogere belasting voor mantelzorgers

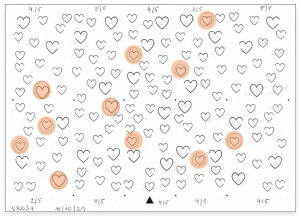
Toch vaak gemist: patiënten compenseren, zijn zich er niet van bewust, of worden ontslagen zonder gepaste ondersteuning.

5

5

RUIMTELIJK NEGLECT

Waarom een blad papier neglect kan missen



Statisch · hoog contrast · geen tijdsdruk

Het blad laat compenseren

- Bewust en systematisch zoeken, extra tijd nemen
- Vooral top-down, doelgerichte aandacht

Het dagelijks leven niet

- Plotse, onverwachte prikkels: reflexieve aandacht
- Ruimte ver van het lichaam: gang, straat, verkeer
- Tijdsdruk en meerdere taken tegelijk

Nodig: taken die compensatie moeilijker maken en het dagelijks leven dichter benaderen.

6

6

VRAAG 1 VAN 3

Wat kan XR toevoegen?

1 Meten
Wat zien XR en eye tracking dat papier-en-potlood mist?

2 Oefenen
Hoe wordt een meetprofiel een gepersonaliseerde training?

3 Implementeren
Wat is nodig om dit verantwoord in de praktijk te brengen?

7

7

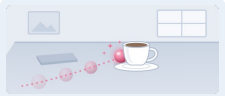
METEN · EXTENDED REALITY

Extended reality: van echt naar volledig virtueel

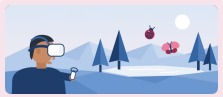
Echte wereld — Volledig virtueel



AR Augmented reality
Virtuele info bovenop de echte omgeving



MR Mixed reality
Virtuele objecten die reageren op de echte ruimte



VR Virtual reality
Volledig virtuele wereld via een VR-bril – immersie

Wat een VR-bril ongemerkt registreert

- **Hoofdoriëntatie** — waar kijkt iemand spontaan naartoe?
- **Prestatie per locatie** — gemist of gevonden, links vs. rechts
- **Reactietijden** — tot op de milliseconde

8

8

METEN · VIRTUELE REALITEIT

HEMIRehApp: ruimtelijke aandacht meten in VR

HEMI RehApp



3 scènes
tuin, meer en bos

225 doelstimuli
tot 30° links en rechts

3 seconden
bv. lieveheersbeestje of vlinder: knop A of B

Hoofdgekoppeld
positie t.o.v. de hoofdrichting bij verschijnen



Meet: gemist of gevonden · spontane hoofdoriëntatie

9

METEN · VIRTUELE REALITEIT

Studie: vier soorten metingen naast elkaar

HEMI RehApp

54

patiënten na een beroerte (links, rechts of bilateraal)

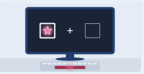
56

gezonde controles voor de normen



Papier-en-potlood

- OCS-hartjes
- Weintraub-figuren
- BIT-sterren
- Lijnbisectie



Computertaken

- Digitale doorstreping
- Posner-taak



Immersieve VR

- Prestatie links vs. rechts
- Hoofdoriëntatie

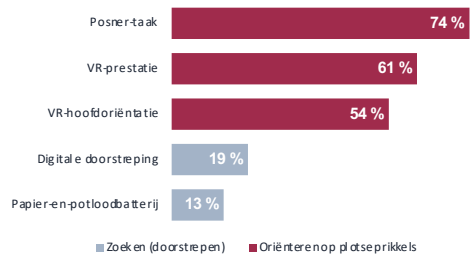
Geen gouden standaard voor neglect. Daarom: Bayesiaanse aanpak die per patiënt de onzekerheid over de diagnose meeneemt.

10

METEN · VIRTUELE REALITEIT

Hoeveel patiënten tonen een ruimtelijke bias?

HEMI RehApp



3 à 6×

vaker ruimtelijke bias bij taken met plotse prikkels op onvoorspelbare plaatsen

11

METEN · VIRTUELE REALITEIT

Het paradigma telt, niet het scherm

HEMI RehApp

Zoeken **13–19 %**

papier én digitale doorstreping

- Prikkels staan stil
- Eigen tempo, systematisch scannen
- Compensatie blijft mogelijk

≠

Oriënteren **54–74 %**

Posner-taak én VR

- Prikkel verschijnt plots
- Onvoorspelbare plaats, beperkte tijd
- Doet beroep op reflexieve aandacht

6 **patiënten met een duidelijke bias op VR én Posner,** terwijl de papier-en-potloodtests géén bias aangaven.

12

METEN · VIRTUELE REALITEIT

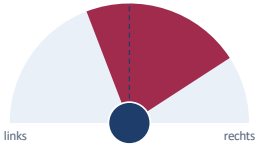
Waar kijkt iemand spontaan naartoe?

HEMI RehApp



Gezonde controles

hoofd tussen −15° en +12°



Patiënten

van −21° tot +57° – vooral naar rechts

Hoofdoriëntatie in de VR-omgeving, zonder instructie om rond te kijken

13

METEN · VIRTUELE REALITEIT

Waar kijkt iemand spontaan naartoe?

HEMI RehApp



Gezonde controles

hoofd tussen −15° en +12°

Patiënten met een letsel aan één kant

n = 45 · bilaterale letsels niet meegeteld



19 hoofd duidelijk naar de kant van het letsel

21 geen duidelijke afwijking

5 naar de andere kant

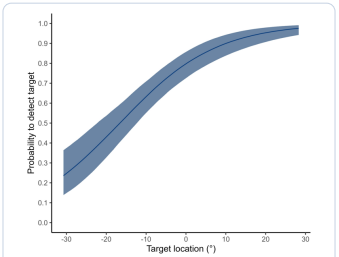
Hoofdoriëntatie in de VR-omgeving · gezond: 5e–95e percentiel · patiënten: evidentie voor een bias t.o.v. de gezonde controles

14

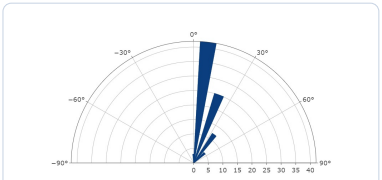
METEN · VIRTUELE REALITEIT

Eén patiënt in detail

HEMI RehApp



Detectiekans per locatie (−30° tot +30°)



Spontane hoofdoriëntatie

Patiëntniveau: waar het moeilijk wordt, en waar iemand spontaan naartoe kijkt – de basis voor training op maat.

15

METEN · VIRTUELE REALITEIT

Haalbaar in de revalidatie?

HEMI RehApp

74 patiënten gescreend

9 uitgesloten: o.a. epilepsie (5), implantaat (2)

61 startten de VR-tutorial

4 haakten vooraf af: o.a. te confronterend, te vermoeid

60 startten de VR-taak

8 stopten: o.a. 'vond het niet leuk' (5), duizelig (1)

54 met bruikbare VR-data

52 volledig, 2 gedeeltelijk

Geen
toename van cybersickness na VR

80 %
positieve gebruikerservaring

± 30 min
inclusief opstart en tutorial

16

METEN · EYE TRACKING

Mobiele eye tracking: meten waar het leven gebeurt



Eye-trackingbril
Oogcamera's + scènecamera: waar kijkt iemand, in de echte wereld?

Sensoren
Op hoofd, romp of voet – en gps voor de locatie

Computer vision
Herkent automatisch wat bekeken wordt: bord, gsm, stoep

Klinische maten
Hoe lang links vs. rechts? Hoe ver vooruit? Hoeveel naar de grond?

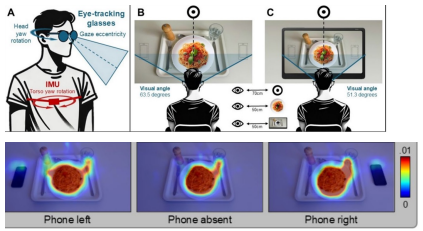
Geen kinsteun, geen scherm: natuurlijk gedrag, automatisch en objectief geanalyseerd – zonder manueel coderen.

17

17

METEN · DAGELIJKS LEVEN

Eye tracking aan tafel: een bias tijdens het eten



Blikverdeling bij gsm links · geen gsm · gsm rechts

24 gezonde controles eten spaghetti, met hun gsm links, rechts of afwezig

- Blik verschuift naar de kant van de gsm
- Meer fixaties op objecten aan die kant
- Via de ogen: hoofd en romp blijven recht
- Link met eigen gsm-gebruik alléén tijdens de echte maaltijd

Natuurlijk gedrag kan gevoeliger zijn dan een labotaak.

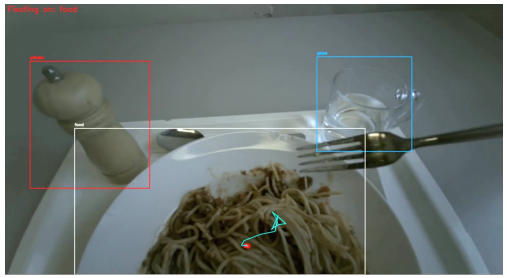
Lodouce & Gillebert, 2025

18

18

METEN · DAGELIJKS LEVEN

Dezelfde maaltijd, bij een patiënt na een beroerte



Pilootstudie
6 patiënten na een beroerte, vergeleken met gezonde leeftijdsgenoten

Deze patiënt
De blik blijft vooral rechts van het midden van het bord.

Elke patiënt anders
Groepsgemiddelden verbergen sterk verschillende profielen

Rood bolletje = blik · kaders = automatisch herkend: bord, pepermolen, glas · fragment van 40 s

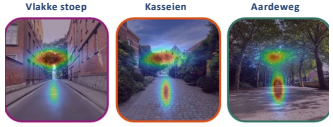
Lodouce e.a., in voorbereiding

19

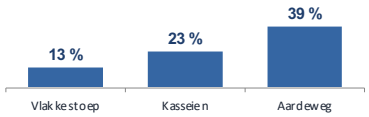
19

METEN · DAGELIJKS LEVEN

Eye tracking op straat: blik en gang zijn gekoppeld



% van de tijd naar de grond kijken



20 gezonde volwassenen wandelen 1,9 km door Leuven

5,8 → 4,9 km/u
trager, met kortere passen, op een aardeweg

- Hoe onregelmatiger de grond, hoe meer en hoe dichterbij men naar de grond kijkt
- Trager stappen gaat samen met meer naar de grond kijken

Lodouce & Gillebert, 2026

20

20

METEN · VIRTUELE REALITEIT EN DAGELIJKS LEVEN

Wat kan dit betekenen voor mensen met NAH?

Eten en ADL
Objectief meten wat nu geobserveerd wordt: welk deel van bord of kamer wordt verkend?
ergo · logo · neuropsy

Stappen en vallen
Hoe gebruikt iemand zijn blik om de volgende stappen te plannen – en waar loopt dat mis?
kine

Verkeer
Aandacht voor plotse prikkels ver van het lichaam – veilig geoefend in VR.
ergo · neuropsy

Thuis en in de buurt
Welke plaatsen zijn extra belastend? Input voor aanpassingen en inclusief ontwerp.
iedereen · beleid

Let op: bij patiënten gaat het nog om kleine aantallen. Validatie in grotere groepen is de volgende stap.

Ladouce & Gillebert, 2025, 2026 21

21

VRAAG 2 VAN 3

Wat kan XR toevoegen?

1 **Meten**
Wat zien XR en eye tracking dat papier-en-potlood mist?

2 **Oefenen**
Hoe wordt een meetprofiel een gepersonaliseerde training?

3 **Implementeren**
Wat is nodig om dit verantwoord in de praktijk te brengen?

22

22

OEFENEN

Het meetprofiel stuurt de training

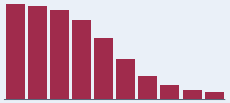
HEMI RehApp

1. Meten: wat wordt gevonden?



Schematisch: hoe verder naar links, hoe minder gevonden

2. Oefenen: waar komen prikkels?



Het profiel wordt gespiegeld: meer oefenprikkels waar het moeilijk is

61 % van de oefenprikkels links

32 % rechts

7 % centraal

Pilootpatiënt die bij de meting een derde van de linkse doelen vond

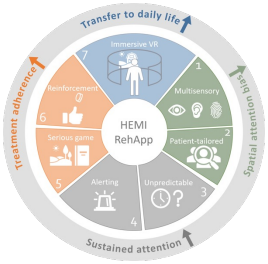
Huygelier e.a., 2022, 2025 23

23

OEFENEN

Zeven ontwerpprincipes van de HEMIRehApp-training

HEMI RehApp





Spelbeelden: looming cue → doel → feedback

Elk spelelement dient een revalidatiedoel.

Huygelier e.a., 2022 24

24

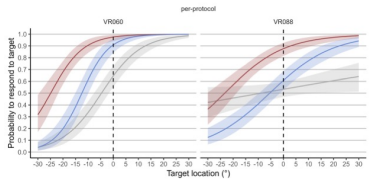
OEFENEN

Werkt het? Eerste resultaten van de training

HEMI RehApp

188	uitgenodigd
110	gescreend
11	met linkszijdig neglect
6	startten de training
2	volledig cross-over-protocol

Twee patiënten (VR060, VR088): detectiekans per locatie in VR



grijs = start · blauw = na placebo · rood = na actieve training

Binnen VR duidelijke winst – buiten VR geen consistente transfer.

Huygelier e.a., 2025 25

25

OEFENEN

Wat we geleerd hebben

Veilig en goed verdragen
Alle 6 patiënten deden minstens 10 sessies. Niemand stopte door cybersickness.

Het protocol was te zwaar
47 sessies in 10 weken naast de gewone revalidatie: niet haalbaar.

Dosis doet ertoe
Na 5-6 uur en >2.500 herhalingen blijft er een bias. Meer oefening nodig?

Transfer is de échte test
Winst in VR moet zich vertalen naar de gang, het bord, de straat.

Breder: meta-analyses tonen winst van VR-training op cognitie en ADL – maar de kwaliteit van de evidentie wisselt.

Huygelier e.a., 2025 26

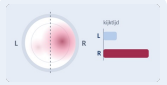
26

TERUG NAAR DE CASUS

Meneer El Amrani, opnieuw bekeken



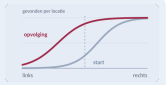
1 Meten
VR-taak: mist plotse prikkels links; hoofd draait spontaan naar rechts



2 Kijken
Eye tracking aan tafel: de linkerhelft van het bord wordt nauwelijks bekeken



3 Oefenen
Training op maat: meer prikkels links, met cues en spelelementen



4 Opvolgen
Dezelfde meting herhalen: verandert zijn profiel – en zijn dagelijks leven?

Van "hij let gewoon niet op" naar een objectief profiel dat hij, zijn vrouw en het team samen kunnen begrijpen – en opvolgen.

Polmans e.a., 2026; Ladouce & Gillebert, 2025; Huygelier e.a., 2025 27

27

VRAAG 3 VAN 3

Wat kan XR toevoegen?

1
Meten
Wat zien XR en eye tracking dat papier-en-potlood mist?

2
Oefenen
Hoe wordt een meetprofiel een gepersonaliseerde training?

3
Implementeren
Wat is nodig om dit verantwoord in de praktijk te brengen?

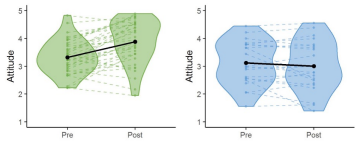
28

28

IMPLEMENTEREN

“Is VR niets voor oudere patiënten?”





Houding (op 5) vóór en na: VR-bril (groen) vs. video’s (blauw)

na één kennismaking · minimale cybersickness

76 ouderen, 57–94 jaar, nooit eerder VR

Leeftijd is geen contra-indicatie. Een goede eerste kennismaking maakt het verschil.

Huygelier e.a., 2019, 2022 29

29

IMPLEMENTEREN

Voor wie (nog) niet?

Contra-indicaties en drempels

- **Epilepsie** · belangrijkste reden tot uitsluiting
- Elektrisch implantaat of trepanatie
- Ernstige visus- of gehoorproblemen
- Instructies niet kunnen begrijpen
- Te vermoeid, of het voelt te confronterend

Zo houden we de drempel laag

- Altijd zittend, ook vanuit de rolstoel
- Bediening met één hand
- Tutorial en oefenrondes vooraf
- Past binnen een therapiesessie
- Afasie: meedoen zolang communicatie lukt

Noteer altijd wie niet kan deelnemen – anders weet je niet voor wie een instrument werkt.

Palmans e.a., 2026; Huygelier e.a., 2025 30

30

IMPLEMENTEREN

Checklist: is een digitaal instrument klinisch inzetbaar?

POPULATIE

Gevalideerd voor déze populatie?

MEERWAARDE

Wat voegt het toe aan wat we al hebben?

VERANTWOORDELIJKHEID

Wie is verantwoordelijk voor interpretatie en data?

De volledige checklist met tien vragen staat in het hoofdstuk (Box 2) en achteraan in de slides.

Gillebert, 2027 31

31

IMPLEMENTEREN

Van labo naar praktijk: wat is er nodig?

Workflow

Past in de planning, koppelt aan het patiëntendossier, duidelijke rapportage

Financiering

Digitale afname en training passen nog slecht in vergoedingsmodellen

Vorming

Nieuwe competenties: procesdata lezen, grenzen van de technologie kennen

Inclusie

Een virtuele supermarkt is nooit cultureel neutraal

De therapeutische relatie blijft centraal. Technologie ondersteunt het gesprek – een score krijgt pas betekenis als je die samen met de patiënt bespreekt.

Gillebert, 2027 32

32

SAMENWERKING in EUROPA

Een Europees netwerk rond XR en neglect

neuroXRehab

20+ landen

50+ instellingen

2025–2029 COST Action

Clinici, onderzoekers, XR-ontwikkelaars en patiëntvertegenwoordigers werken samen aan betere diagnostiek en revalidatie van neglect.

Ook in België

KU Leuven · UGent · UAntwerpen · VUB · Thomas More · UCLouvain

Beurzen voor korte onderzoeksverblijven

Poster 4 · Romy Sels, Thomas More
Aan de slag met XR na NAH: Toepassingen en praktische tips!

EUROPESE ENQUÊTE

Vul de enquête in

Voor iedereen die met NAH werkt, ook zonder XR-ervaring

neuroxrehab.com

33

33

SAMENWERKING in VLAANDEREN

Volgende stap: HEMIRehApp naar de klinische praktijk

HEMI RehApp

Klinische evidentie
Vaker de juiste diagnose? Werkt de training?

Implementatie
Met zorgverleners, patiënten en naasten

Technologie
Robuuste software, voorbereid op de MDR

Partners in Vlaanderen

UZ Leuven · RevArte · ZOL · CAR Overleie · Thomas More

Projectvoorstel KU Leuven

Indiening januari 2027

HYPOTHESE

2×

zo vaak neglect herkend

Vandaag **20–30 %**

Met HEMIRehApp **40–60 %**

0 % 100 %

Diagnose vóór en na een korte VR-meting

34

34

SAMENWERKING in VLAANDEREN

Bouw mee: we zoeken partners

HEMI RehApp



Projectaanvraag januari 2027

met Vlaamse revalidatiecentra en ziekenhuizen

Studiecentrum worden
Rekruteer mee in je centrum of ziekenhuis

Ervaring delen
Interviews en feedback als zorgverlener

Mee opleiden
Pilotworkshops en opleidingsmateriaal testen

Patiënt of naaste?
Denk mee in een klankbordgroep

INTERESSEFORMULIER

Interesse om bij te dragen?

Scan en laat vrijblijvend je gegevens achter.

celine.gillebert@kuleuven.be

35

35

OM MEE TE NEMEN

Samenvatting

1 Aanvullen, niet vervangen
Klassieke tests blijven het fundament; XR en eye tracking voegen context en proces toe.

2 Het paradigma telt
Plotse, onvoorspelbare prikkels vinden een bias die een blad papier mist.

3 Meten stuurt oefenen
Hetzelfde profiel personaliseert de training en volgt herstel op.

4 Samen valideren
Veelbelovend, maar nog niet klaar: we hebben de praktijk nodig.

Meer lezen: Gillebert, C. R. (2027). Neuropsychologie in transitie: Digitale diagnostiek, revalidatie en hybride zorg. In J. Vermeulen (Red.), *Kracht van Neuro*. Ter perse.

36

36

Vragen?

Dank aan de patiënten, mantelzorgers en collega's van UZ Leuven en RevArte.

Céline Gillebert
celine.gillebert@kuleuven.be
neuroxrehab.com



Neuropsychology Lab Leuven

Met dank aan Hanne Huygelier, Nora Tuts, Elise Palmans, Simon Ladouce en het hele team.

37

REFERENTIES

Referenties

Gillebert, C. R. (2027). Neuropsychologie in transitie: Digitale diagnostiek, revalidatie en hybride zorg. In J. Vermeulen (Red.), *Kracht van Neuro*. Ter perse.

Gillebert, C. R., & Thielen, H. (2022). Digitale neuropsychologische diagnostiek: Vloek of zegen? *Tijdschrift voor Klinische Psychologie, 52*, 126–134.

Huygelier, H., Schraepen, B., Lafosse, C., Vaes, N., Schillebeeckx, F., Michiels, K., Note, E., Vanden Abeele, V., van Ee, R., & Gillebert, C. R. (2022). An immersive virtual reality game to train spatial attention orientation after stroke: A feasibility study. *Applied Neuropsychology: Adult, 29*(5), 915–935. https://doi.org/10.1080/23279095.2020.1821030

Huygelier, H., Schraepen, B., van Ee, R., Vanden Abeele, V., & Gillebert, C. R. (2019). Acceptance of immersive head-mounted virtual reality in older adults. *Scientific Reports, 9*, 4519. https://doi.org/10.1038/s41598-019-41200-6

Huygelier, H., Tuts, N., Michiels, K., Note, E., Schillebeeckx, F., Tournoy, J., Vanden Abeele, V., van Ee, R., & Gillebert, C. R. (2025). The efficacy and feasibility of an immersive virtual reality game to train spatial attention orientation after stroke: A stage 2 report. *Journal of Neuropsychology, 19*(2), 338–389. https://doi.org/10.1111/jnp.12403

Ladouce, S., Emmers, K., Bosmans, J., & Gillebert, C. R. (in voorbereiding). *Eye-tracking reveals altered visual exploration in healthy aging and stroke survivors during naturalistic and controlled tasks* [Manuscript in voorbereiding]. KU Leuven.

Ladouce, S., & Gillebert, C. R. (2025). Taking the eye-tracker out to dinner: Characterizing spatial attention biases during an everyday behavior using computer vision. *Scientific Reports, 15*, 40521. https://doi.org/10.1038/s41598-025-24264-5

Ladouce, S., & Gillebert, C. R. (2026). Gaze and gait dynamics are shaped by terrain type during urban walking. *Scientific Reports, 16*, 27733. https://doi.org/10.1038/s41598-026-57119-8

Palmans, E., Tuts, N., Michiels, K., Note, E., Van den Bussche, E., Gillebert, C. R., & Huygelier, H. (2026). The diagnostic accuracy and clinical feasibility of an immersive VR assessment for spatial attention after left- and right-hemispheric stroke. *Cortex, 198*, 52–73. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2026.01.014

38

38