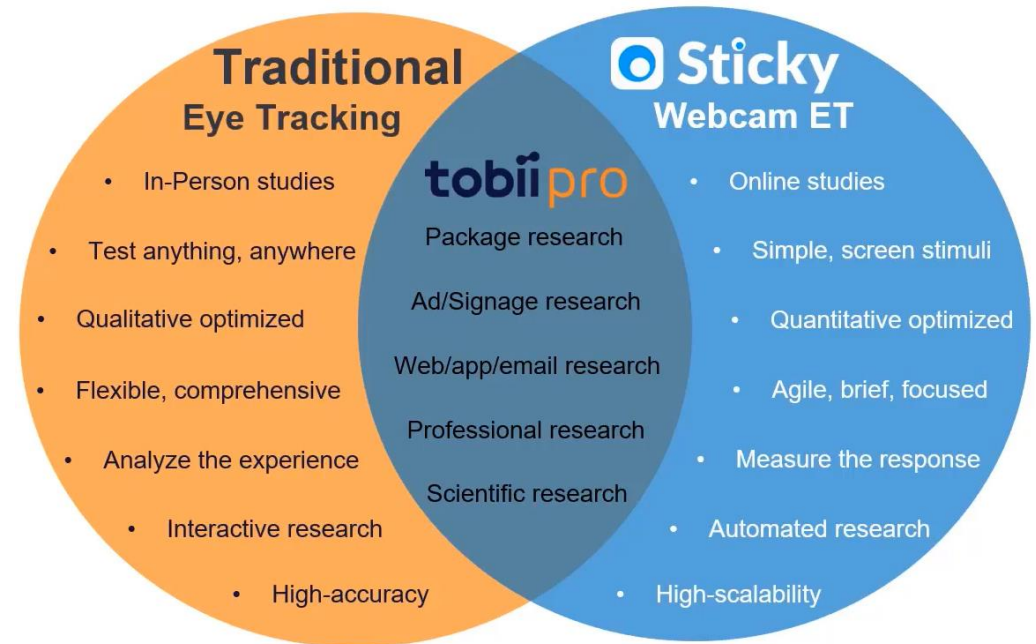


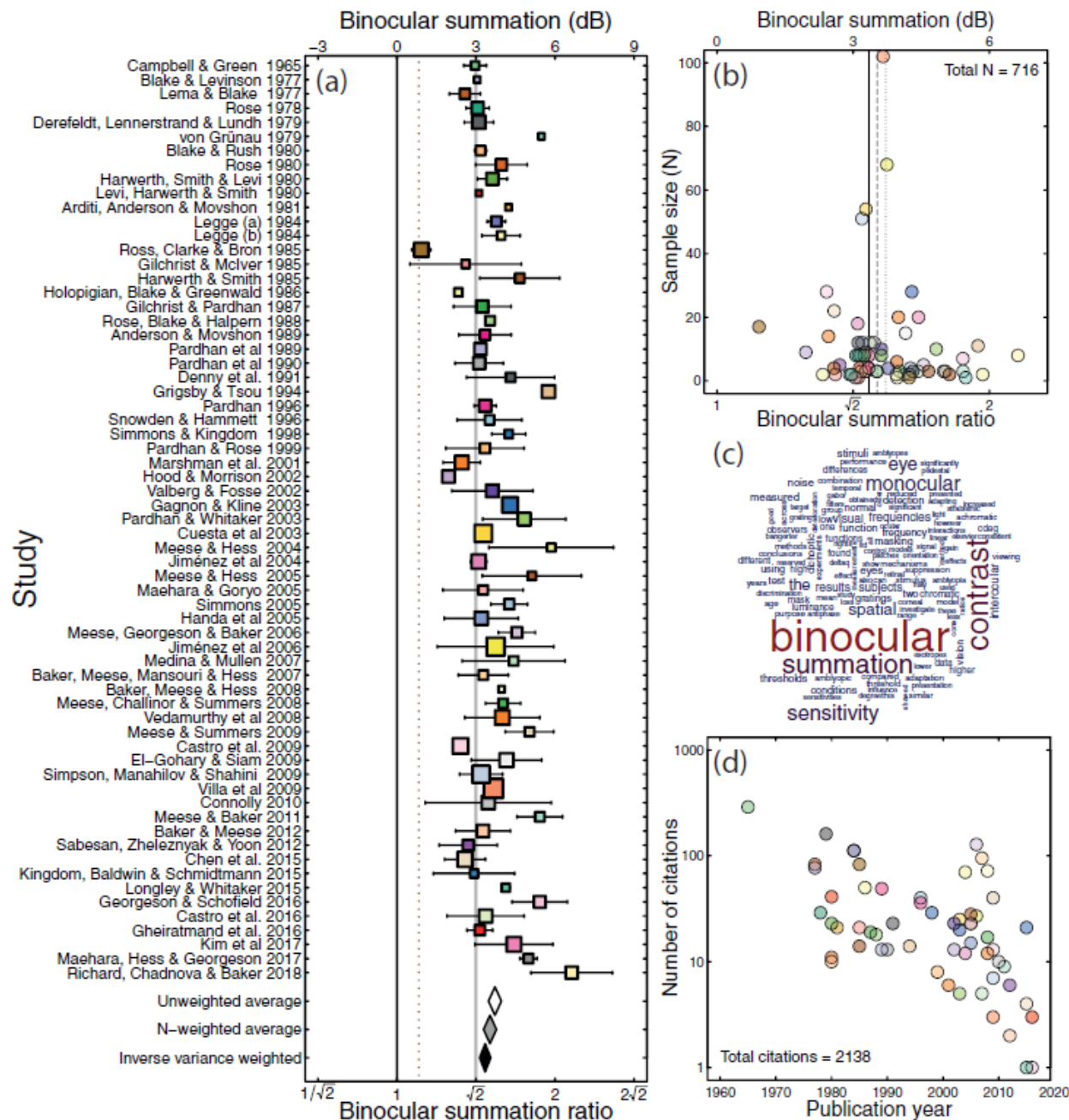
Sissejuhatus psühhofüsioloogia rakendustesse

SILMALIIGUTUSED

Richard Naar

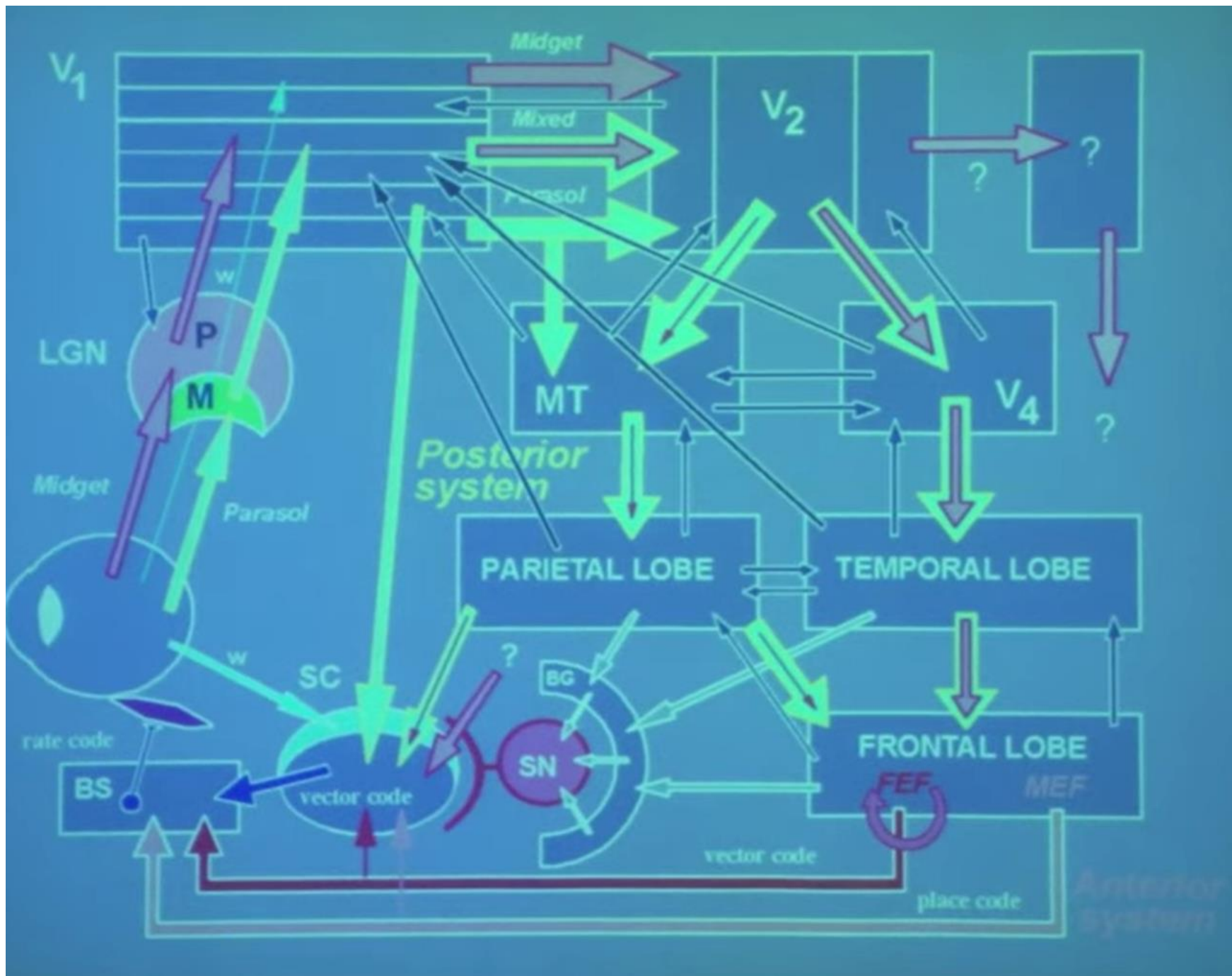


Kursuse arendamist toetas Haridus- ja noorteameti IT-akadeemia

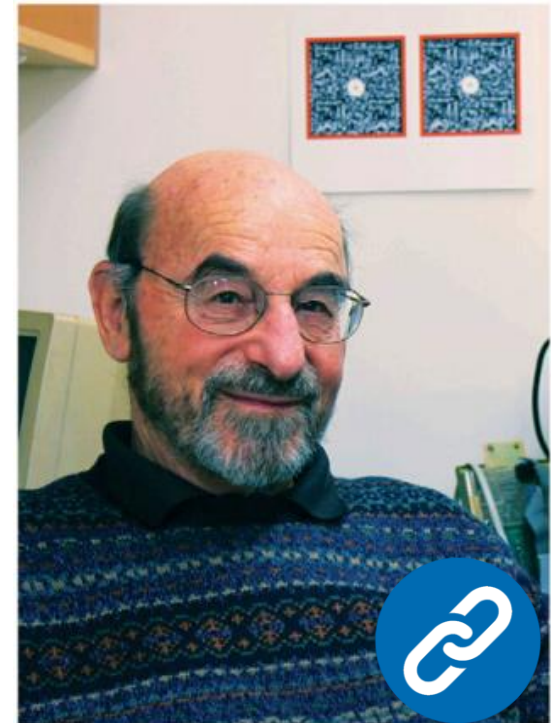


See meta-analüüs demonstreerib, et nägemistundlikkus suureneb kahe silmaga vaatamisel enam kui varasemates töödes eeldatud. Varasemad tööd näitasid, et kahe silma tundlikkus oli keskel läbi $\sqrt{2}$ ehk umbes 1.4 korda kõrgem kui ühe silmaga, kuid suure hulga varasemate tööde analüüs näitab, et see kordaja võib olla isegi pisut kõrgem (sõltuvalt metodoloogiast ja kasutatud parameetritest).

(Baker, Lygo, Meese & Georgeson, 2018)



Professor [Peter H. Schiller](#)



Lec 10: The neural control of visually guided eye movements 1

Mängude ja eksperimentide sarnasused ja erinevused

Varem ainult laboris kasutatud seadmeid kasutatakse üha enam mängudes või nende disainimisel. Samas on paljudes mängudes kasutatavad vahendid nii hea kvaliteedi ja täpsusega, et neid on võimalik kasutada ka teadustöös.

Soov saada parema ajalise resolutsiooniga objektiivsemat infot

Teinekord on psühholoogilised eksperimendid ise mängud:

Vangi dilemma (Jones et al. 1968; selle variatsioone saad näha ja katsetada [siin](#))

Mõlemal juhul on abiks psüühika heast tundmisest

Mängude ja eksperimentide sarnasused ja erinevused

Mõlemad simuleerivad reaalsuse mingeid aspekte, kuid erinevatel **eesmärkidel**

Siiski on viimase kümne aasta jooksul ilmunud ka mängu, mille eesmärgiks on uute teadmiste saamine või varasemate korrastamine. Seda tüüpi mängudest räägib enda [ettekandes Seth Cooper](#)

Eksperimentaatoritel on mänguloojatel mõndagi õppida ja kasutajakogemus on kindlasti oluline tegur katsete planeerimise juures, siis eksperiment ei ole siiski üks meelelahutuse alaliike

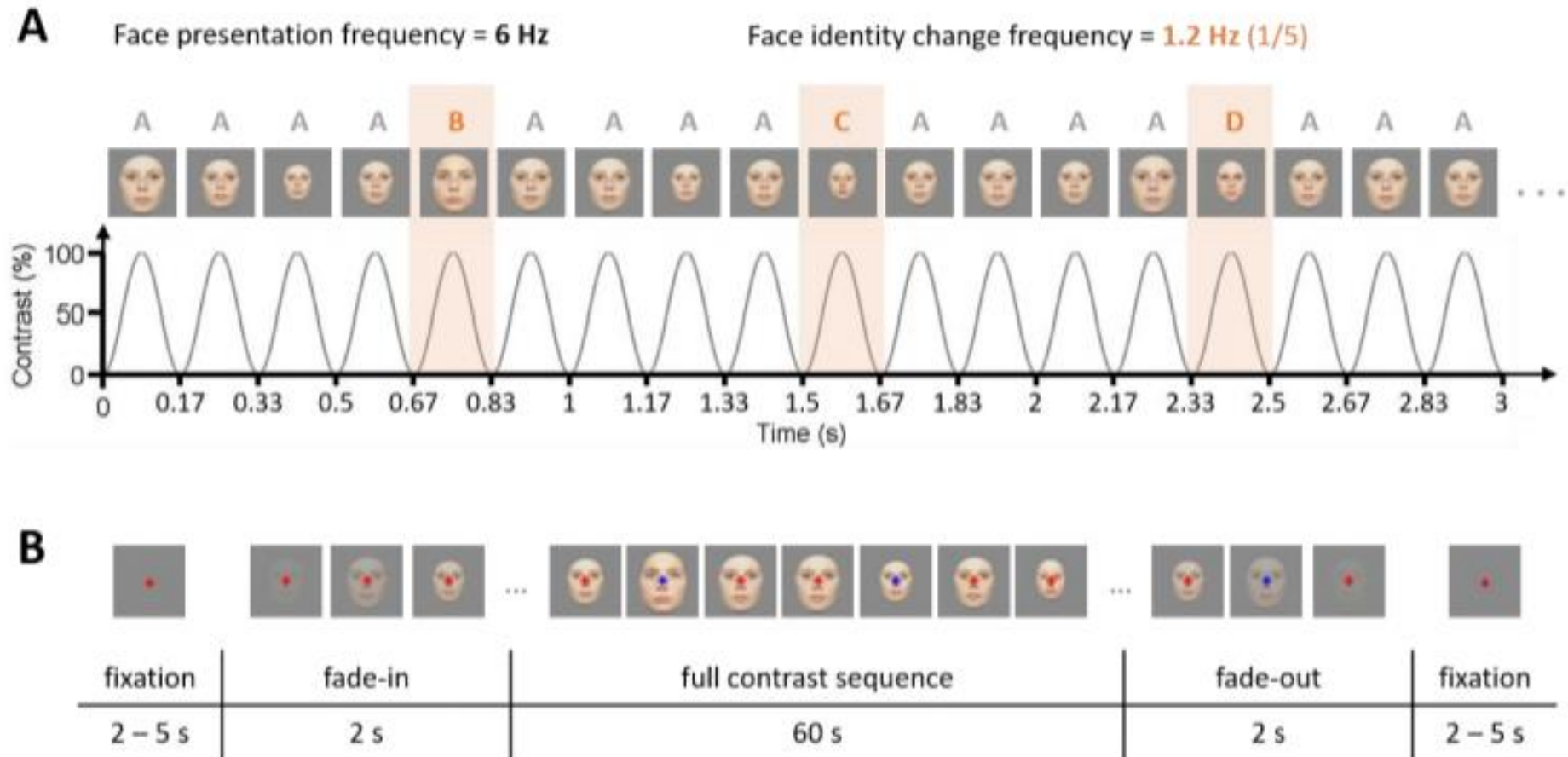
Eksperimenti stiil on minimalistlikum, sest eksperimentaatorid näevad iga üleliigset detaili kui võimalikku sekkuvat muutujat

Kuidas kontrollida kontrollimatut?



(Rossion et al., 2020)

Kuidas kontrollida kontrollimatut?



(Rossion et al., 2020)

Eelmises loengus

Miks
liigutame?

Kuidas
möödame?

Kuidas
liigutame?

Mis on liigutamise
füsioloogia?

Mis paneb
pupilli liikuma?

Slide navigation interface showing a grid of 54 slides. The slides are organized into rows and columns, with a green arrow indicating the current slide (Slide 1) and a red arrow indicating the next slide (Slide 2). The slides cover topics related to the human eye and vision, including:

- Slide 1: Silmalüügid (The eye)
- Slide 2: Tüna loeng (Lecture topic)
- Slide 3: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 4: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 5: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 6: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 7: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 8: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 9: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 10: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 11: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 12: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 13: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 14: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 15: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 16: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 17: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 18: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 19: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 20: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 21: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 22: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 23: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 24: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 25: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 26: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 27: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 28: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 29: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 30: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 31: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 32: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 33: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 34: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 35: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 36: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 37: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 38: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 39: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 40: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 41: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 42: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 43: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 44: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 45: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 46: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 47: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 48: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 49: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 50: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 51: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 52: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 53: Kuidas me liigutame? (How do we move?)
- Slide 54: Kuidas me liigutame? (How do we move?)

Kepikeste ja kolvikeste laotustihedus reetinal

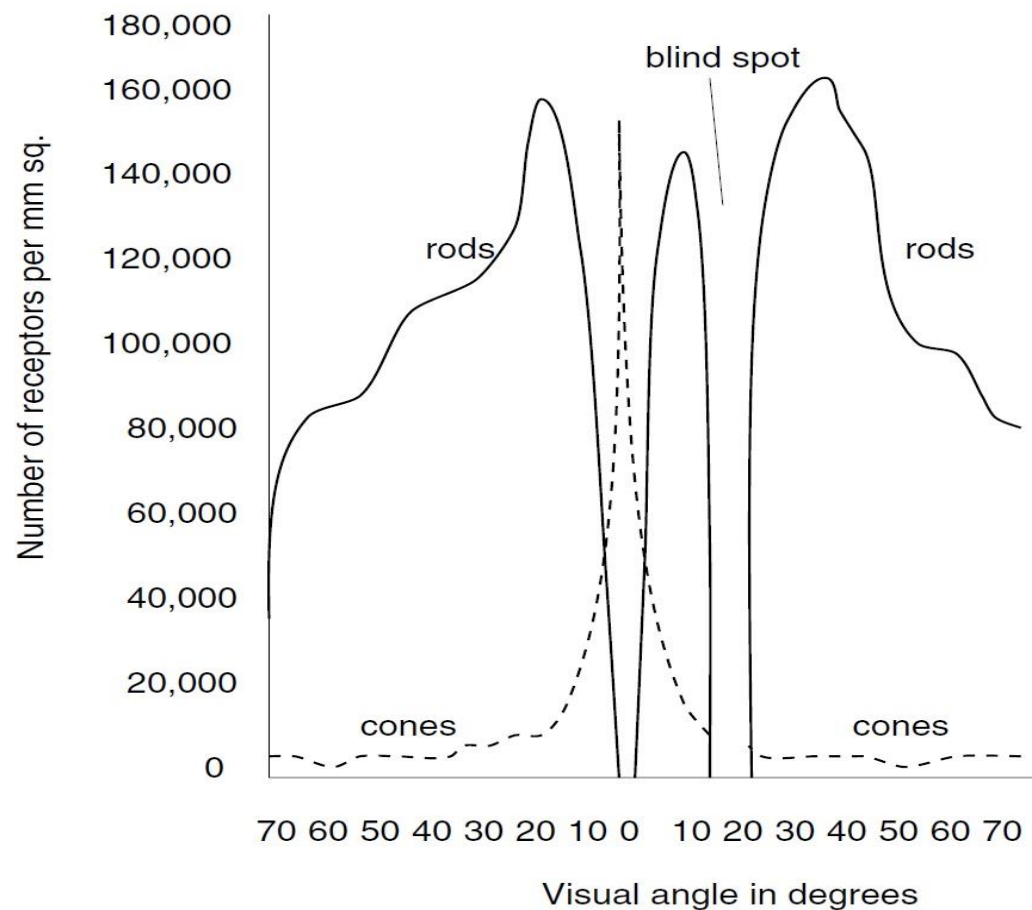
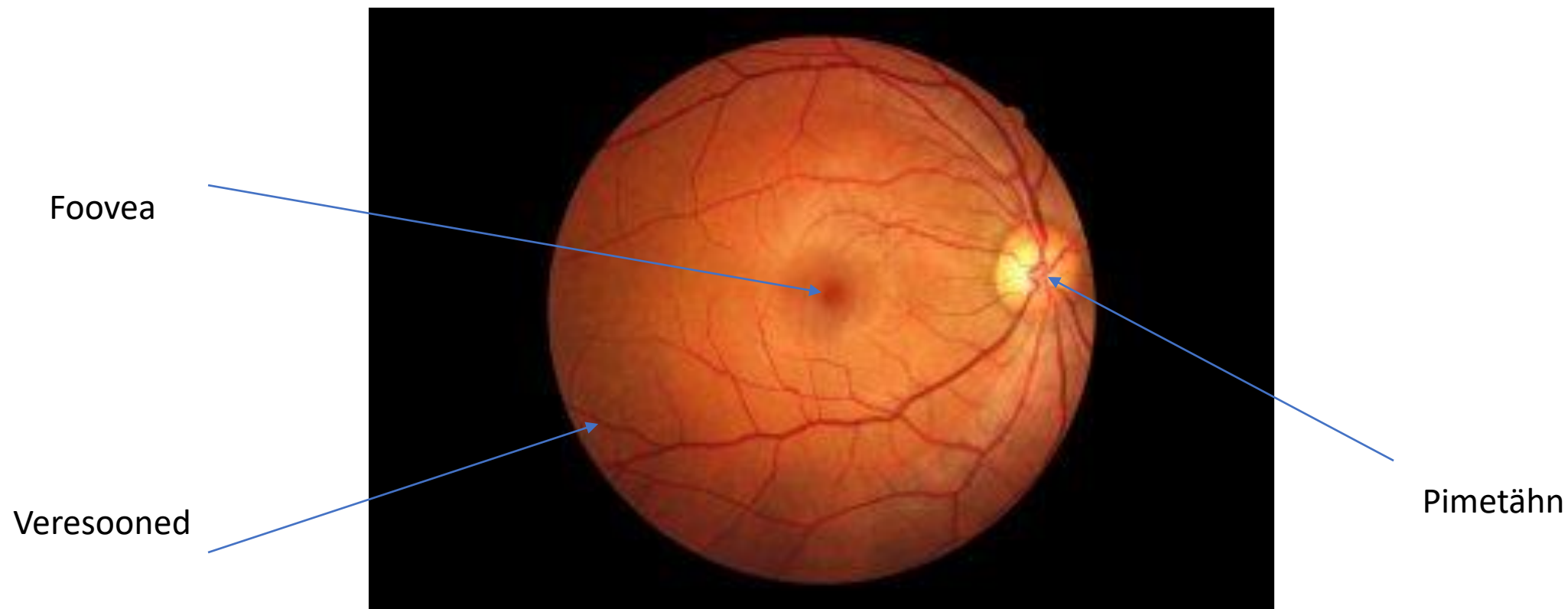
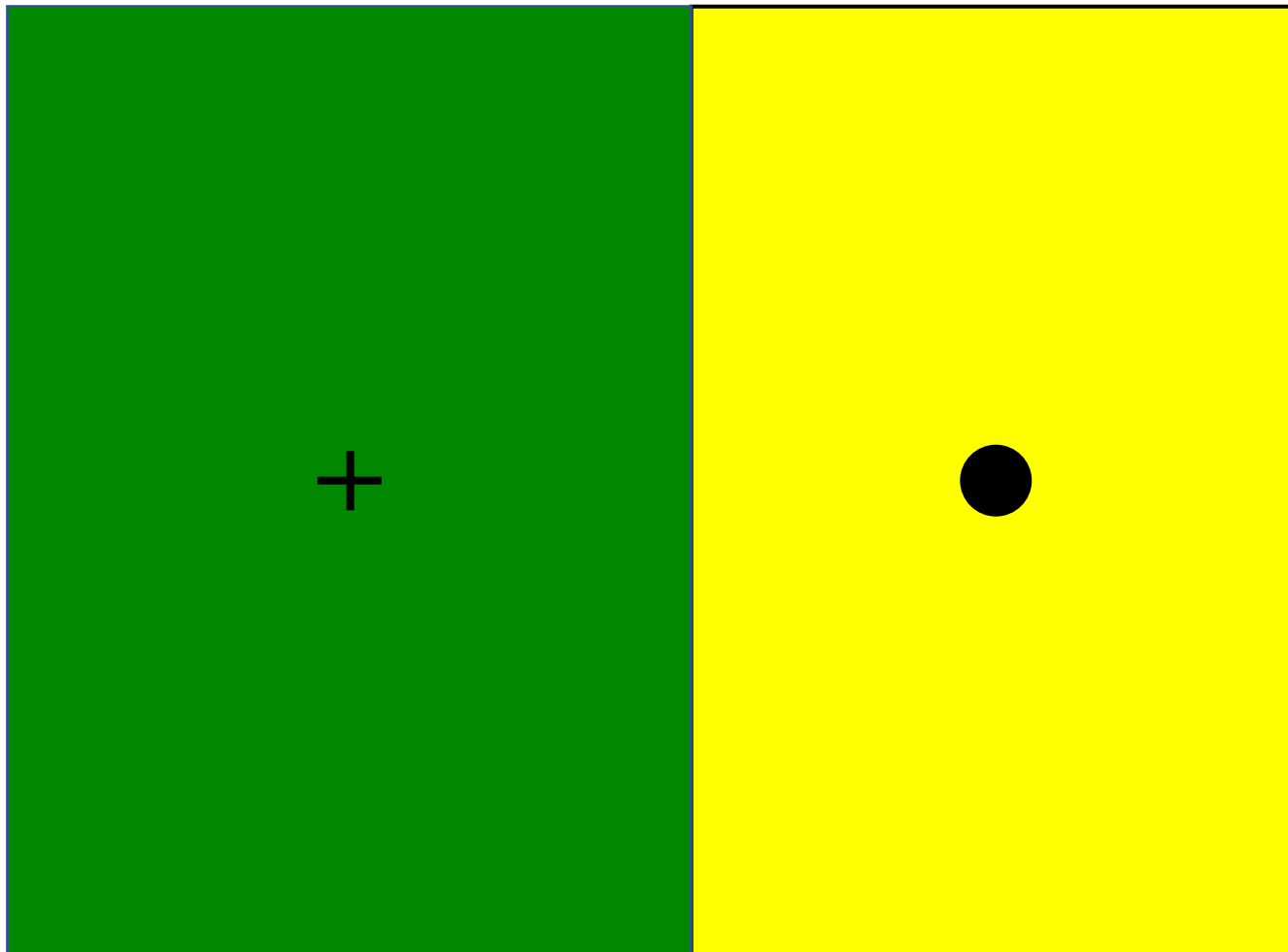


Fig. 3.3. Density distributions of rod and cone receptors across the retinal surface: rod/cone density. Adapted from Pirenne (1967); as cited in Haber and Hershenson (1973).

(Duchowski, 2007)

Reetina ehk võrkkesta verrega varustamine toimub reetina ees ja seega peaks reetinale tekkima veresoonte varjud. Miks me neid varje siis ikkagi ei näe?





Kata vasak silm käega ja vaata teise silmaga joonisel paiknevat ristikest. Liigu aeglaselt ekraanile lähemale. Umbes 25 – 35 cm kaugusel peaksid nägema, et must ring haihtub. Selle koha peal asubki pimetähn ehk võrkkesta piirkond, kus puuduvad valgustundlikud rakud.

Eelmises loengus

Miks
liigutame?

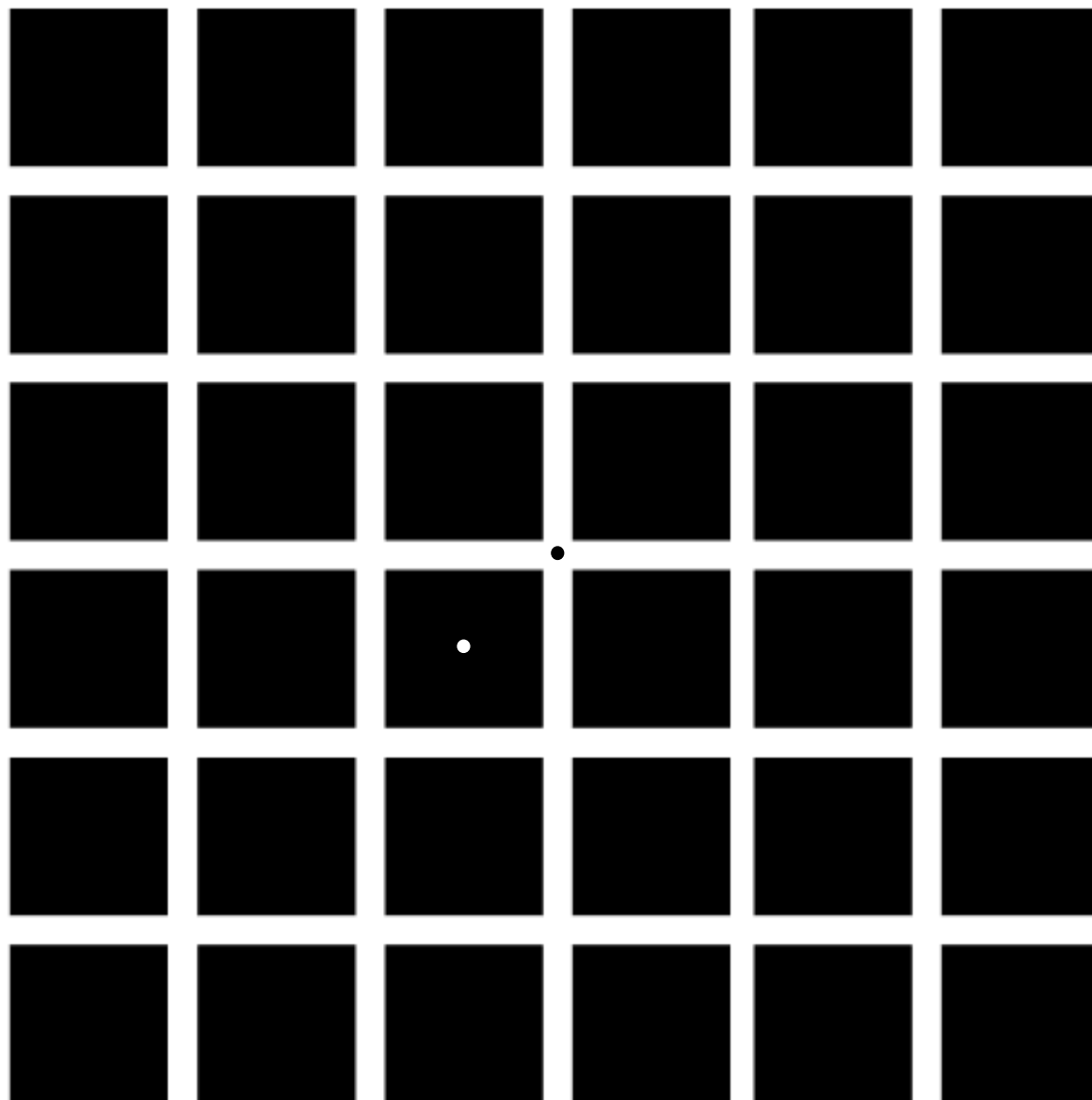
Kuidas
möödame?

Kuidas
liigutame?

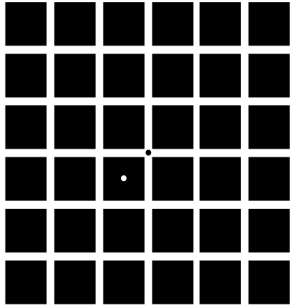
Mis on liigutamise
füsioloogia?

Mis paneb
pupilli liikuma?

Slide navigation interface showing a grid of 54 slides. The slides are organized into 6 rows and 9 columns. The first slide is titled "SILMALIGUTUSED". The second slide is titled "Tüna loengus". The slides are numbered 1 through 54. The interface includes a green arrow pointing right, a red arrow pointing right, a purple arrow pointing right, a yellow arrow pointing right, and a blue arrow pointing right. The number 54 is visible in the bottom right corner.



Esmalt jälgi hoolikalt musta täppi (~30s). Seejärel liigu pilguga kiiresti valgele täpile. Proovi taas hoida silmi nii staatiliselt kui võimalik. Vibreeriv järelkujun, mida näed ongi sinu silmade liikumine (Sekuler, & Blake, 1990).

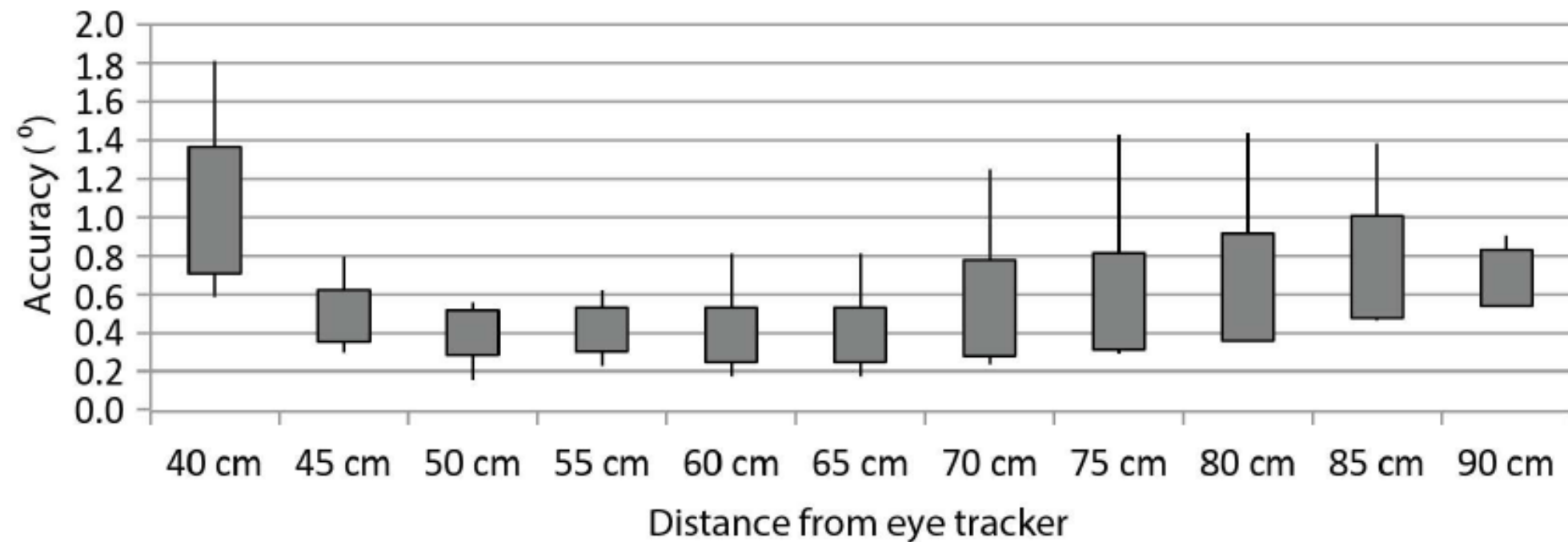


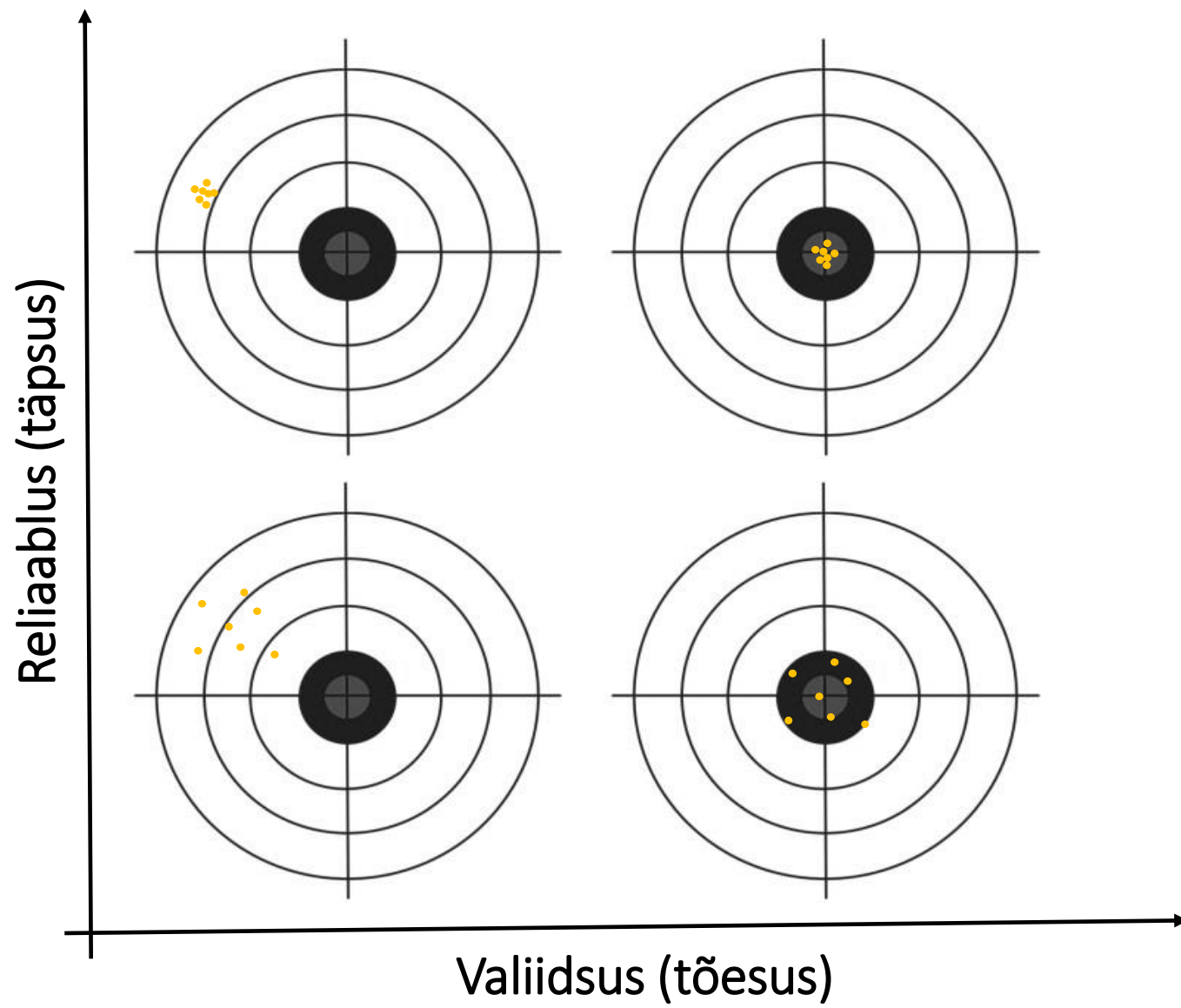
Demonstratsiooni idee seisneb selles, et mustri jälgimine väsitab reetina rakke. Pärast pilgu mustrilt eemale viimist läheb natuke aega, enne kui rakud saavutavad oma esialgse oleku. **Väsinud silmarakud silma tagapõhjas liikuda ei saa ja seega saab nähtava järele efekti asukoht sõltuda ainult silmade liikumisest.**

Table A.2 Gaze Precision

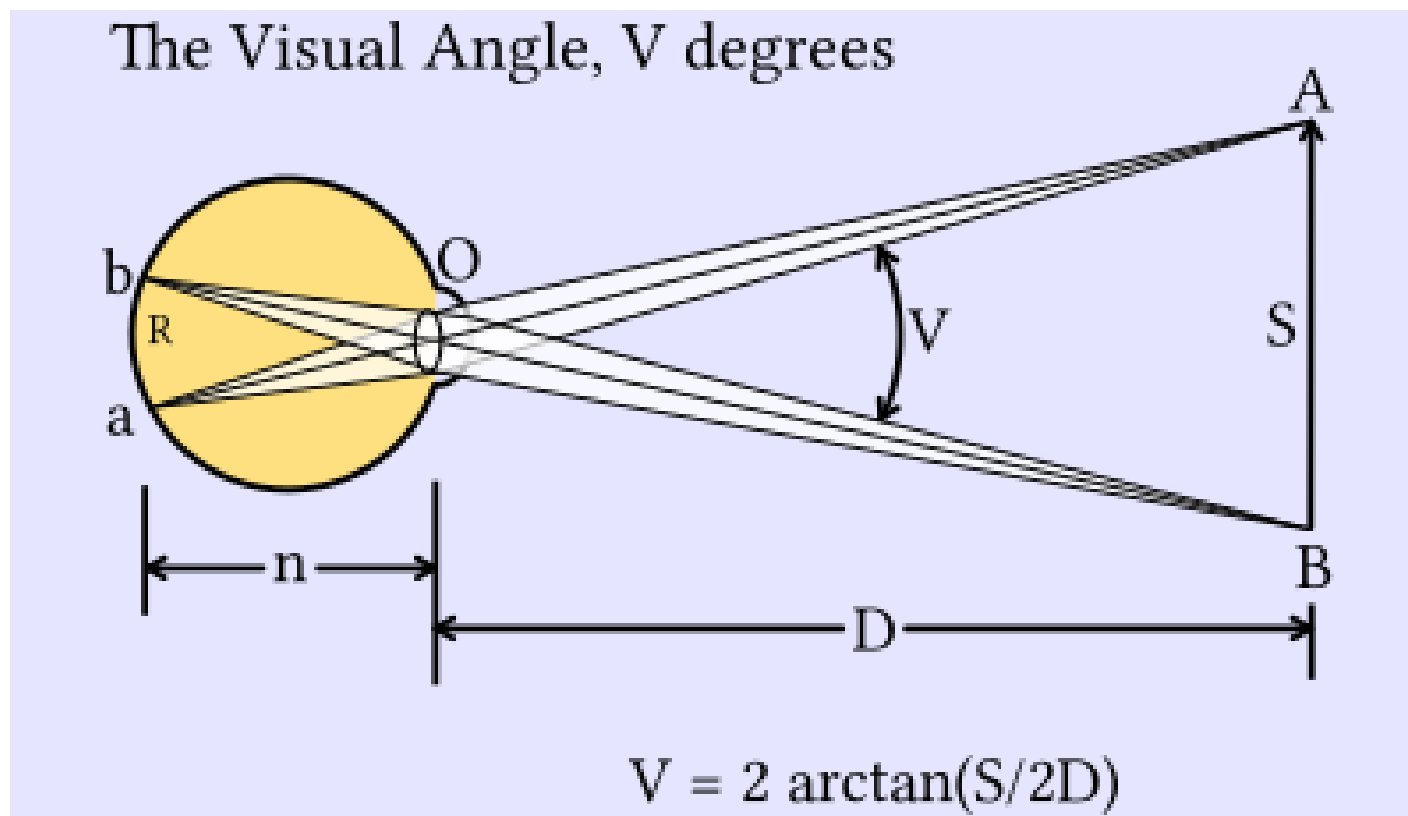
Gaze precision at ideal conditions	Tobii X2-60 Eye Tracker Compact Edition	
	Binocular	Monocular
Artificial Eye	NA	NA
Human Eye	0.34	0.45

Accuracy at varying distances — X2-60 Compact Edition









Visuaalsete stiimulite suurusi ja reetina omadusi kirjeldatakse nägemispsühholoogias enamasti nurgakraadides, mis saadakse järgmiselt:















S on stiimuli suurus ja
D on kaugus stiimulist
silmani

Tihti raporteeritakse, et kuvari kaugus katseisikust oli 57 cm.
Miks selles kauguses nii erist võiks olla?


 Pöidlareegel   

File Edit View Insert Format Data Tools Add-ons Help [Last edit](#)

    100%  \$ % .0  .00  123  Arial  10 

K6  

	A	B	C	D	E
1	Laius (mm)	Kaugus (mm)	Kraad	M/N	
2	22	650	1.94	M	(näide)
3					
4					
5					
6					
7					



Ülesanne 1. Leia järgnevate küljepikkustega objektide pikkused nägemisnurga kraadides (1, 3, 5 cm) eeldusel, et objekt paikneb 57 cm kaugusel silmast.


Pöidlareegel ☆ 📁 ☑

File Edit View Insert Format Data Tools Add-ons Help Last edit

↶ ↷ 🖨 📋 100% ▾ \$ % .0_ .00↗ 123 ▾ Arial ▾ 10 ▾

K6 ▾ *fx*

	A	B	C	D	E
1	Laius (mm)	Kaugus (mm)	Kraad	M/N	
2	22	650	1.94	M	(näide)
3					
4					
5					
6					
7					



Eelmises loengus

Miks
liigutame?

Kuidas
möödame?

Kuidas
liigutame?

Mis on liigutamise
füsioloogia?

Mis paneb
pupilli liikuma?

Diagram illustrating the structure of a lecture series, organized into rows and columns. The diagram shows a sequence of topics, with arrows indicating the flow of the lecture series. The topics are presented in a grid format, with each cell containing a small image or diagram representing the topic. The grid is organized into rows and columns, with arrows indicating the flow of the lecture series. The topics are presented in a grid format, with each cell containing a small image or diagram representing the topic. The grid is organized into rows and columns, with arrows indicating the flow of the lecture series.

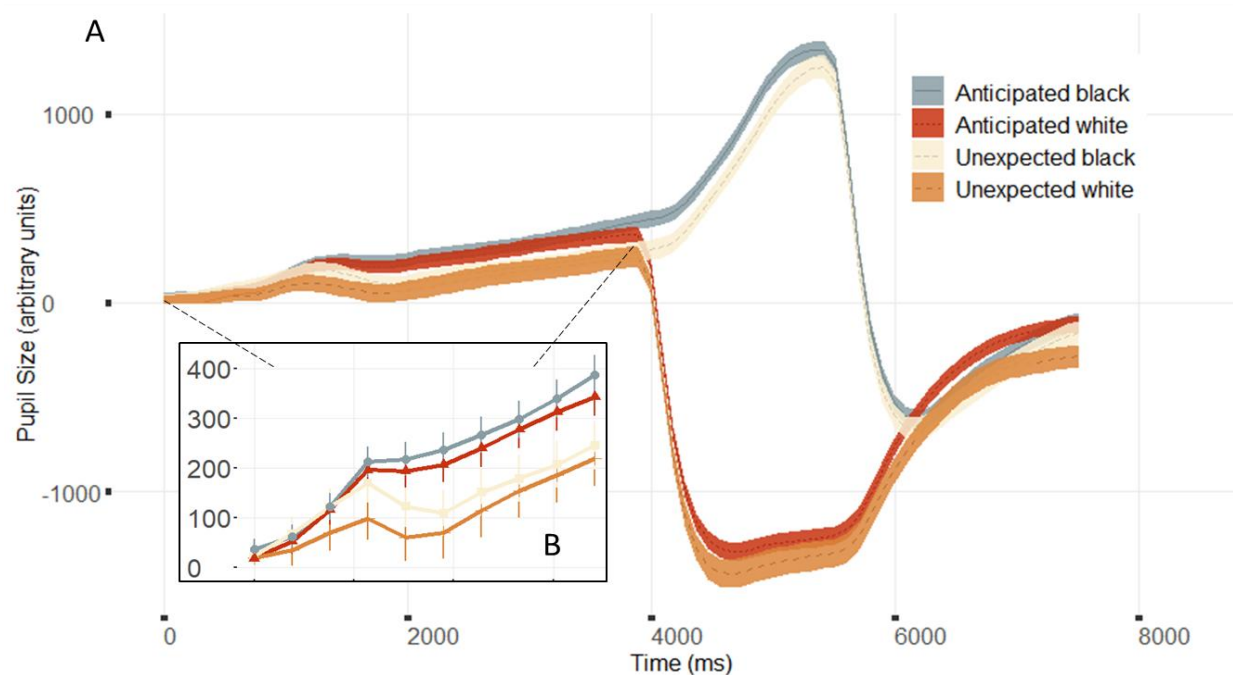
Topics include:

- SILMALIGUTUSED
- Tüna loengus
- Kuidas liigutame?
- Kuidas möödame?
- Kuidas liigutame?
- Mis on liigutamise füsioloogia?
- Mis paneb pupilli liikuma?

Arrows indicate the flow of the lecture series, showing a progression from left to right and top to bottom.

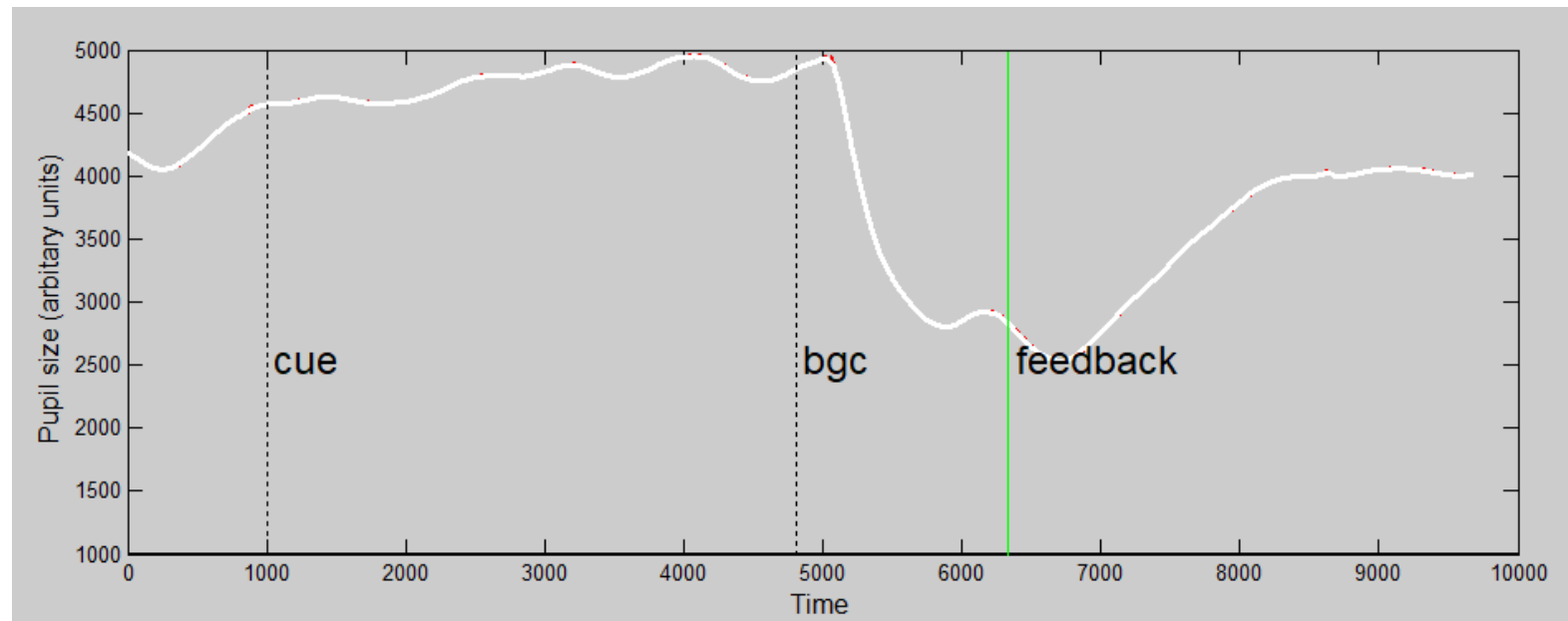
Peamised silmaliigutuste tüübid

Pupilli valgusrefleks – silmaava suuruse kohanemine valgustingimuste muutusele. Pupilli valgusrefleks kaitseb võrkkesta võimaliku kahjustuse eest (Ellis, 1981)



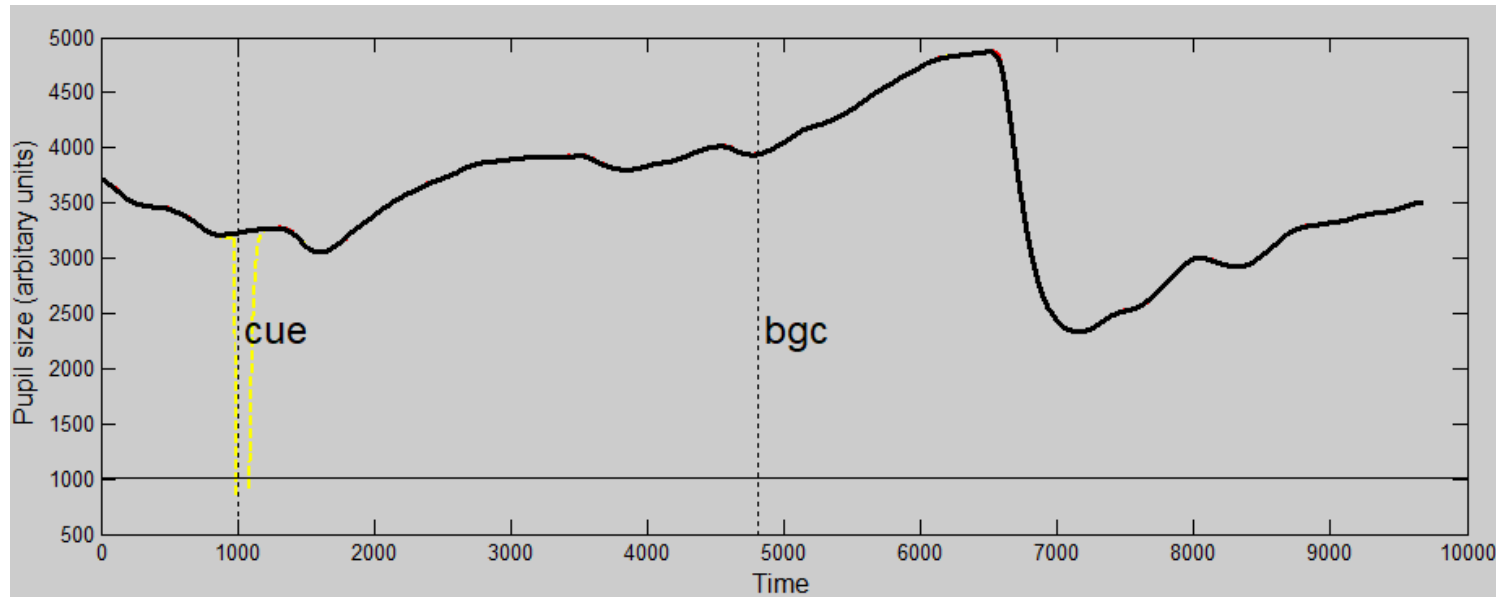
Peamised silmaliigutuste tüübid

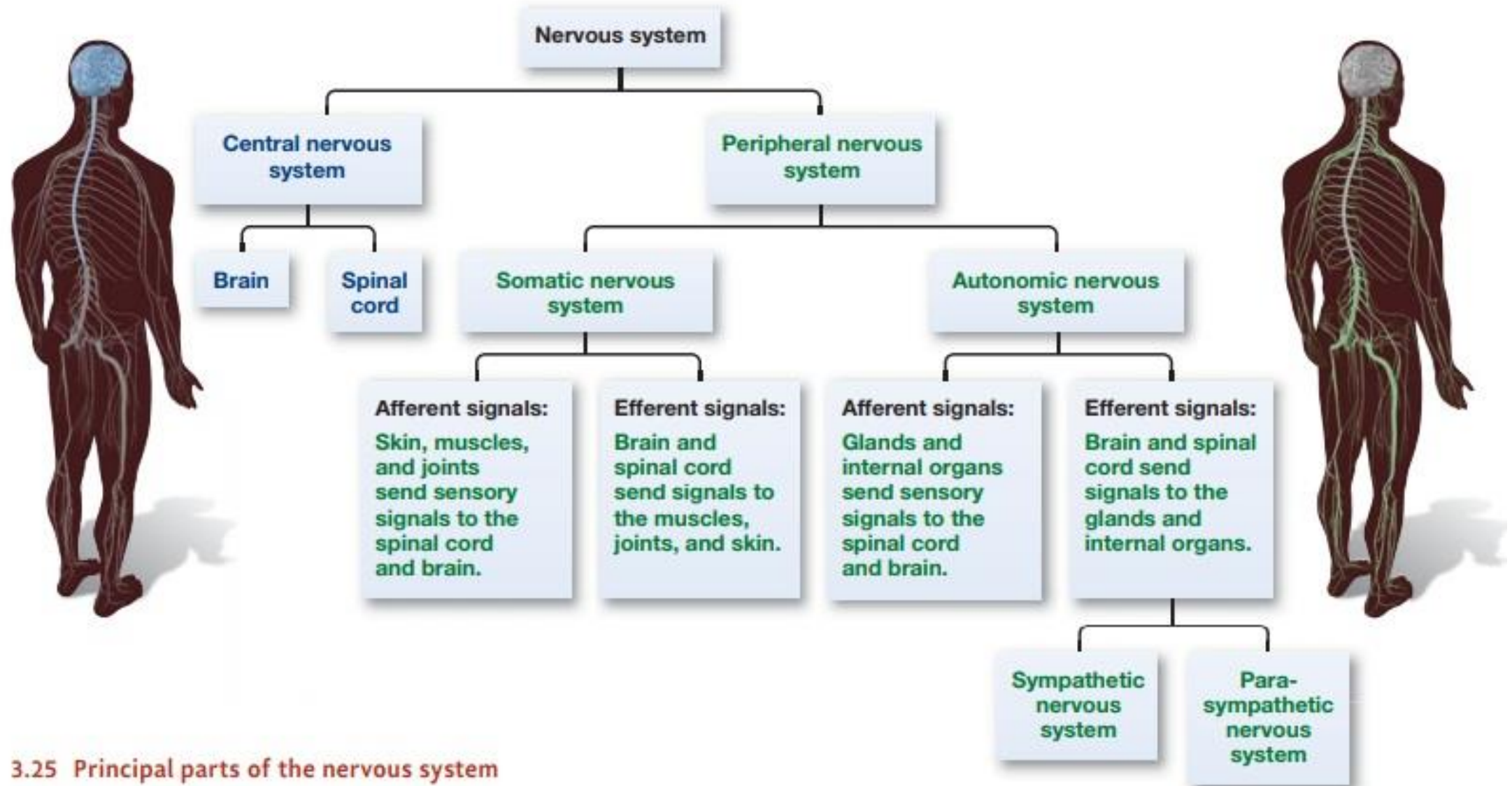
Silmaavaahenemine ehk **mioos** toimub parasümpaatilise närvi juhitud silmaavaahendaja sõõrjalt paikneva lihase (*m. sphincter pupillae*) abil (Ellis, 1981).



Peamised silmaliigutuste tüübid

Silmaava suurenemine ehk **müdriverias** toimub silmaavalaiendaja (*m. dilatator pupillae*) radiaalselt paiknevate lihaste toimet. Selle juhtimine kuulub sümpaatilise närvisüsteemi alla (Ellis, 1981).



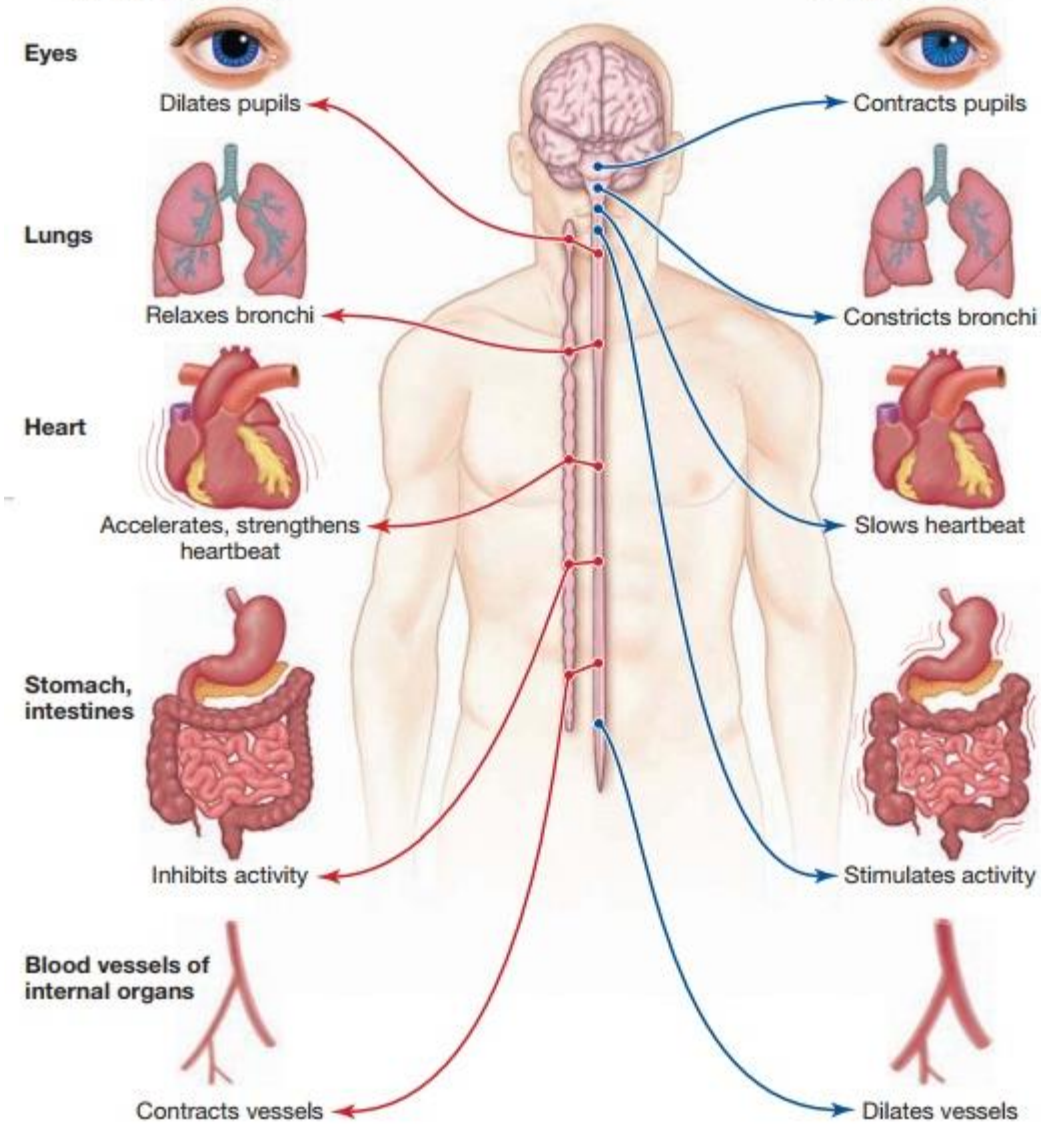


3.25 Principal parts of the nervous system

(Gleitman, Reisberg, & Gross, 2003, 3. ptk)

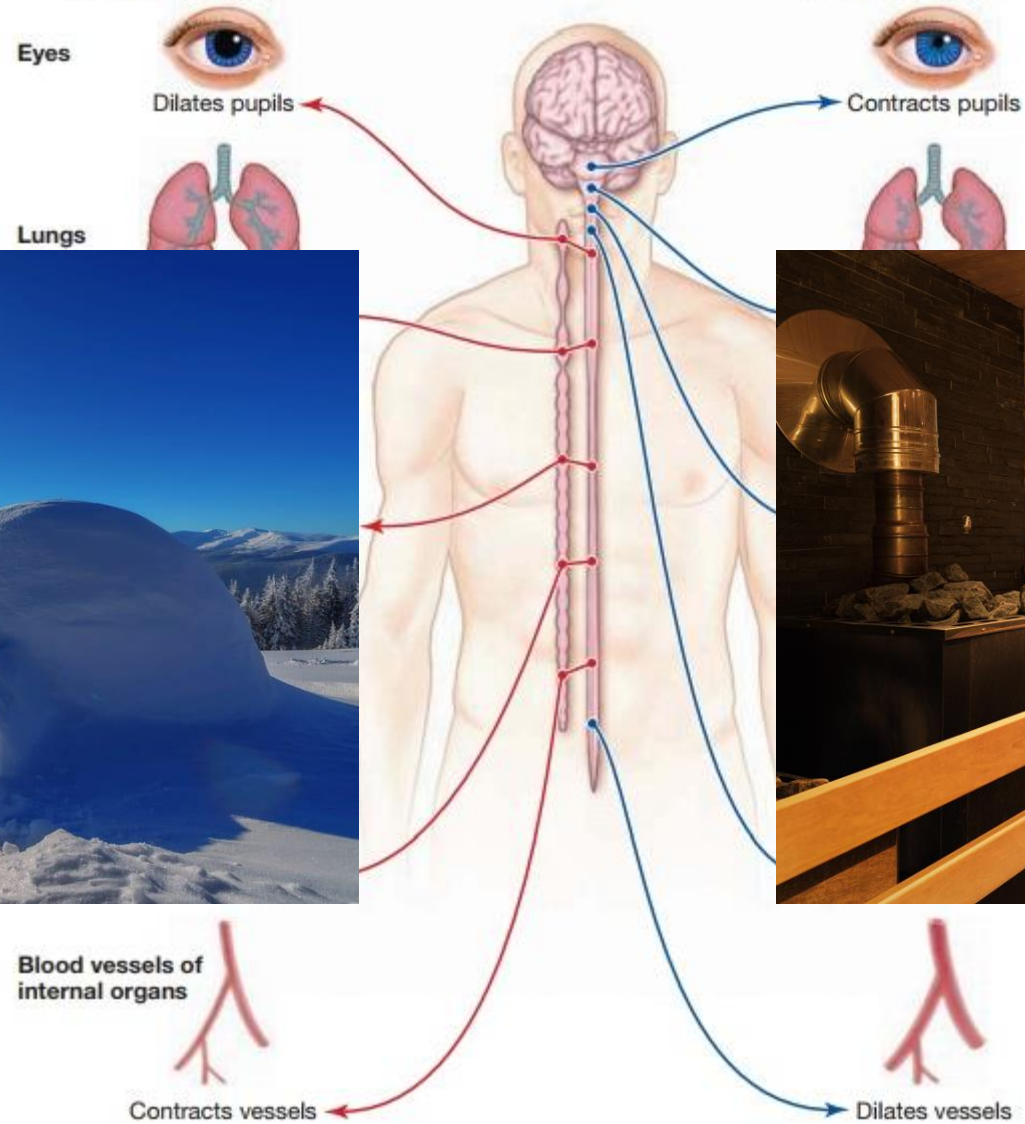
The **sympathetic** division of the nervous system prepares the body for action.

The **parasympathetic** system returns the body to a resting state.

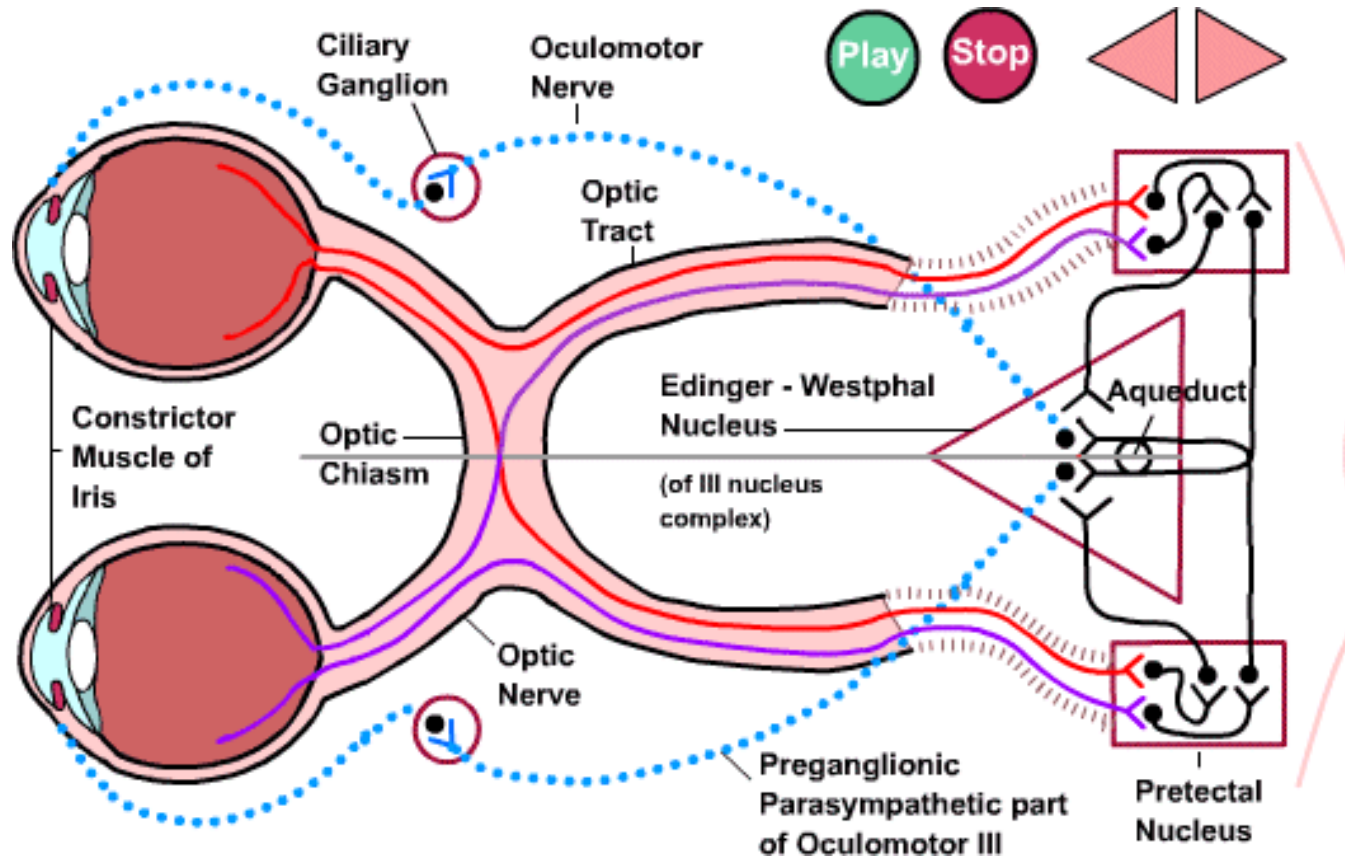


The **sympathetic** division of the nervous system prepares the body for action.

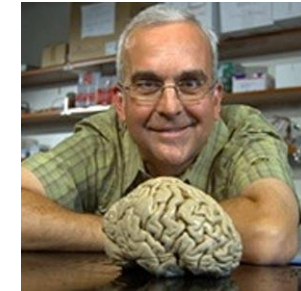
The **parasympathetic** system returns the body to a resting state.



Mis juhtub kui näidata valgust vaid ühte silma?



Leonard E. White, Ph.D.
Duke'i Ülikooli kaasprofessor



<https://www.coursera.org/learn/medical-neuroscience>

Predictive value of sensory and cognitive evoked potentials for awakening from coma

Catherine Fischer, MD; Jacques Luauté, MD; Patrice Adeleine, PhD; and Dominique Morlet, PhD

Abstract—Objectives: To determine the prognostic role of late auditory (N100) and cognitive evoked potentials (MMN) for awakening in a cohort of comatose patients categorized by etiology. *Methods:* The authors prospectively studied a series of 346 comatose patients. Coma was caused by stroke (n = 125), trauma (n = 96), anoxia (n = 64), complications of neurosurgery (n = 54), and encephalitis (n = 7). Patients were followed for 12 months and classified as awake or unawake. Univariate and multivariate analyses were performed using regression logistic and Cox models. *Results:* Pupillary light reflex, N100, middle-latency auditory evoked potentials, age, and etiology were the most discriminating factors for awakening. Statistical analysis showed that pupillary reflex was the strongest prognostic variable for awakening (estimated probability 79.7%). The estimated probability of awakening rose to 87% when N100 was present and to 89.9% when middle-latency evoked potentials (MLAEPs) were present. It was 13.7% when pupillary reflex was absent in anoxic patients. When MMN was present, 88.6% of patients awakened. No patient in whom MMN was present became permanently vegetative. *Conclusion:* Pupillary reflex is the strongest prognostic variable, followed by N100 and MLAEPs allowing a reliable model for awakening. The presence of MMN is a predictor of awakening and precludes comatose patients from moving to a permanent vegetative state. Evaluation of primary sensory cortex and higher-order processes by middle-latency-, late, and cognitive evoked potentials should be performed in the prognosis for awakening in comatose patients.

NEUROLOGY 2004;63:669–673

Pupil reaction to light in Alzheimer's disease

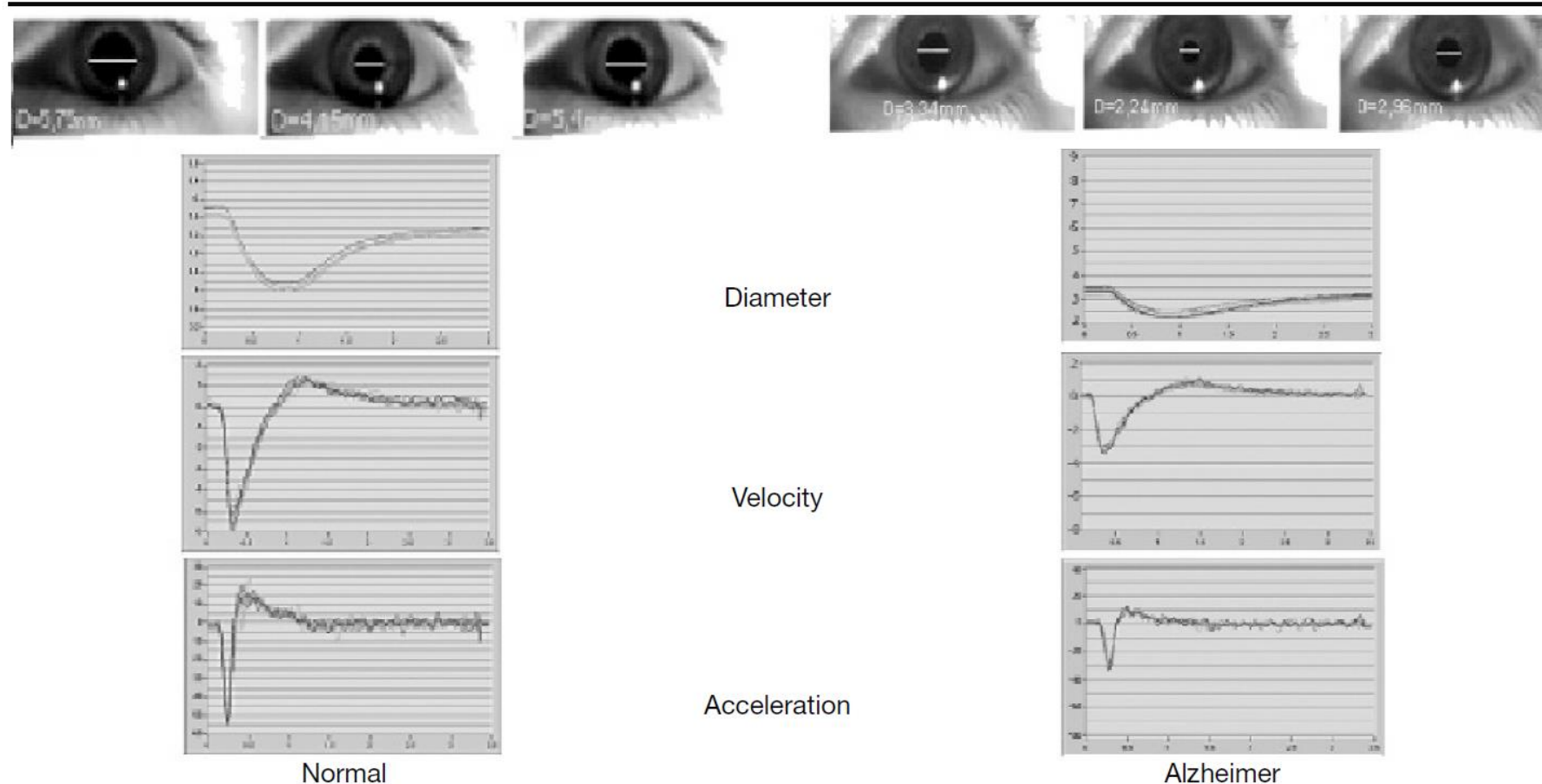


Fig. 2 - Pupil size after 2-min dark adaptation before pupil's reaction to light, maximum constriction and re-dilatation as response to light stimulus. Note the difference in baseline pupil diameter (D1), maximum constriction velocity (VCmax), maximum constriction acceleration (ACmax) in both normal subjects and AD patients.

Tooniline, faasiline ja spontaanne aktiivsus

Pikaajalisemaid muutuseid füsioloogilises signaalis kutsutakse tooniliseks aktiivsuseks. Valdav osa töid kasutab toonilist aktiivsust eksperimentaalsest manipulatsioonist (nt stiimuli ilmumisest) tingitud reaktsiooni arvutamisel baastasemena. Siiski võib tooniline aktiivsus pakkuda iseseisvalt huvitavat infot näiteks katseisikute individuaalsete erinevuste kohta.

(Stern, Ray, & Quigley, 2001)

Tooniline, faasiline ja spontaanne aktiivsus

Faasilise aktiivsuse all peetakse silmas vahetut reaktsiooni kindlale stiimulile (näiteks helile, pildile vms) ehk see on nõ sündmusest tingitud reaktsioon. Faasiline aktiivsus võib mõjutada vastuse amplituudi (kasvatades/kahandades seda), muuta selle sagedust või latentsi. Faasilise aktiivsuse eristamine toonilisest (nõ tausta aktiivsusest) ei ole alati triviaalne ülesanne ja nõuab kasutatava mõõdiku head tundmist.

Faasiline, tooniline ja spontaanne aktiivsus

Füsioloogiline reaktsioon stiimulile, mis ei ole uurija kontrolli all või mida me ei suuda tuvastada on spontaanne aktiivsus.

Spontaanne reaktsioon võib olla äravahetamiseni sarnane eksperimentaalse manipulatsiooni poolt esile kutsutud reaktsiooniga. Kui eksperiment on hoolikalt üles ehitatud ja katseisikud on koostöövalmis, siis peaks spontaanne aktiivsus andmetest välja taanduma, sest ta on oma olemuselt juhuslik ja ei sõltu katse manipulatsioonist.

Levinud pupilli paisutajad

Afekt (Bradley et al., 2008; Hess & Polt, 1960; Wenzlaff et al., 2016)

Afektiivse sündmuse ootus (Reinhard & Lachnit, 2002)

Vaimne pingutus (Hess & Polt, 1964, van der Wel & van Steenbergen, 2018)

Mälust ammutamine (Goldinger & Papeš, 2012; Kahneman & Beatty, 1966)

Motoorne aktiivsus (Hayashi et al., 2010; Simpson, 1969)

Motoorse vastuse ettevalmistamine (Adam et al., 2014; Richer & Beatty, 1985)

Millest pupilli suurus veel sõltuda võib?

Heledusrepresentatsioonide kognitiivsest töötlemisest

Sisemise ruumitähelepanu keskmest (Binda et al., 2013; Mathôt et al., 2013; Naber et al., 2013)

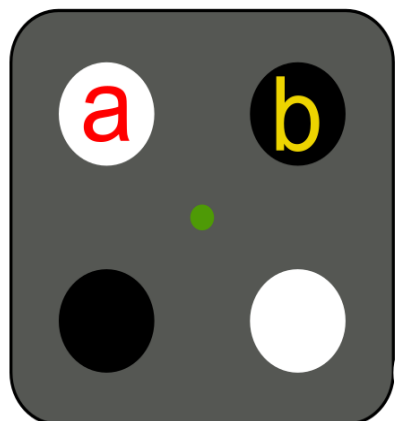
Kujutlusest (Laeng & Sulutvedt, 2014)

Töömälu sisust (Hustá et al., 2018)

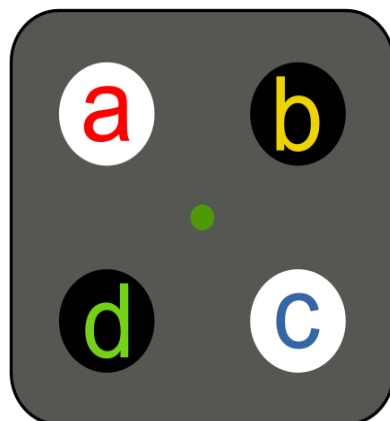
Sõnade semantiline sisu (Mathôt et al., 2016; 2019)

Pupillomeetrial põhineva aju-arvuti liidese näide

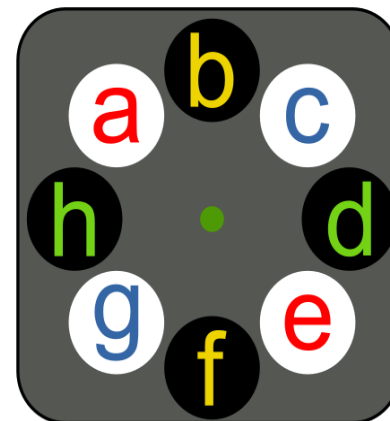
a) Example configurations



Two items (Phase 1)

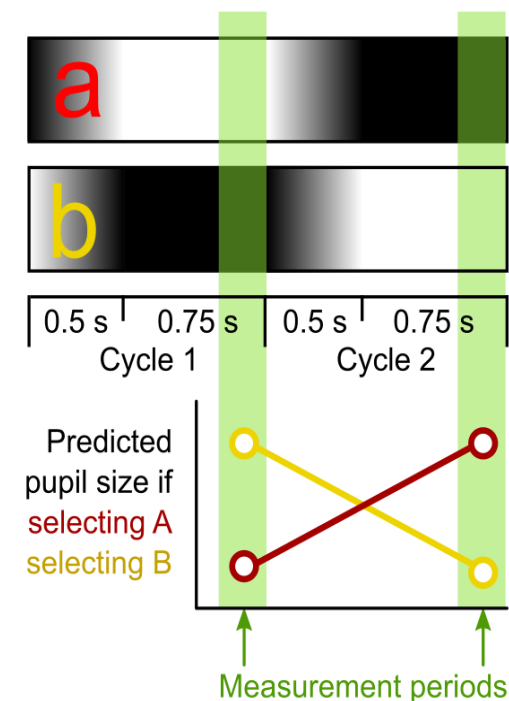


Four items (Phase 2)



Eight items (Phase 3)

b) Brightness alternations



(Mathôt et al., 2016)

<https://www.youtube.com/watch?v=RHOyZFMl4l8>

Millest pupilli suurus veel sõltuda võib?

Silmade liigutamisega seotud muutused (Gagl et al., 2011)

Pupilli kahanemine ajas (mitmed põhjused):

- Väsimus (Kuchinsky et al., 2016)
- Ülesande raskus muutub ajas (Hess & Polt, 1964, van der Wel & van Steenbergen, 2018)

Vergence liigutused (Feil, 2017)

Eelmises loengus

Miks
liigutame?

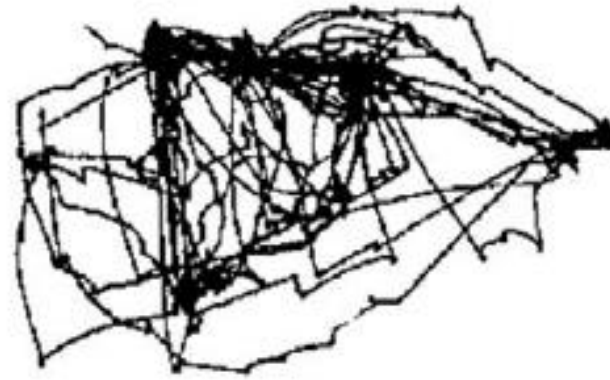
Kuidas
möödame?

Kuidas
liigutame?

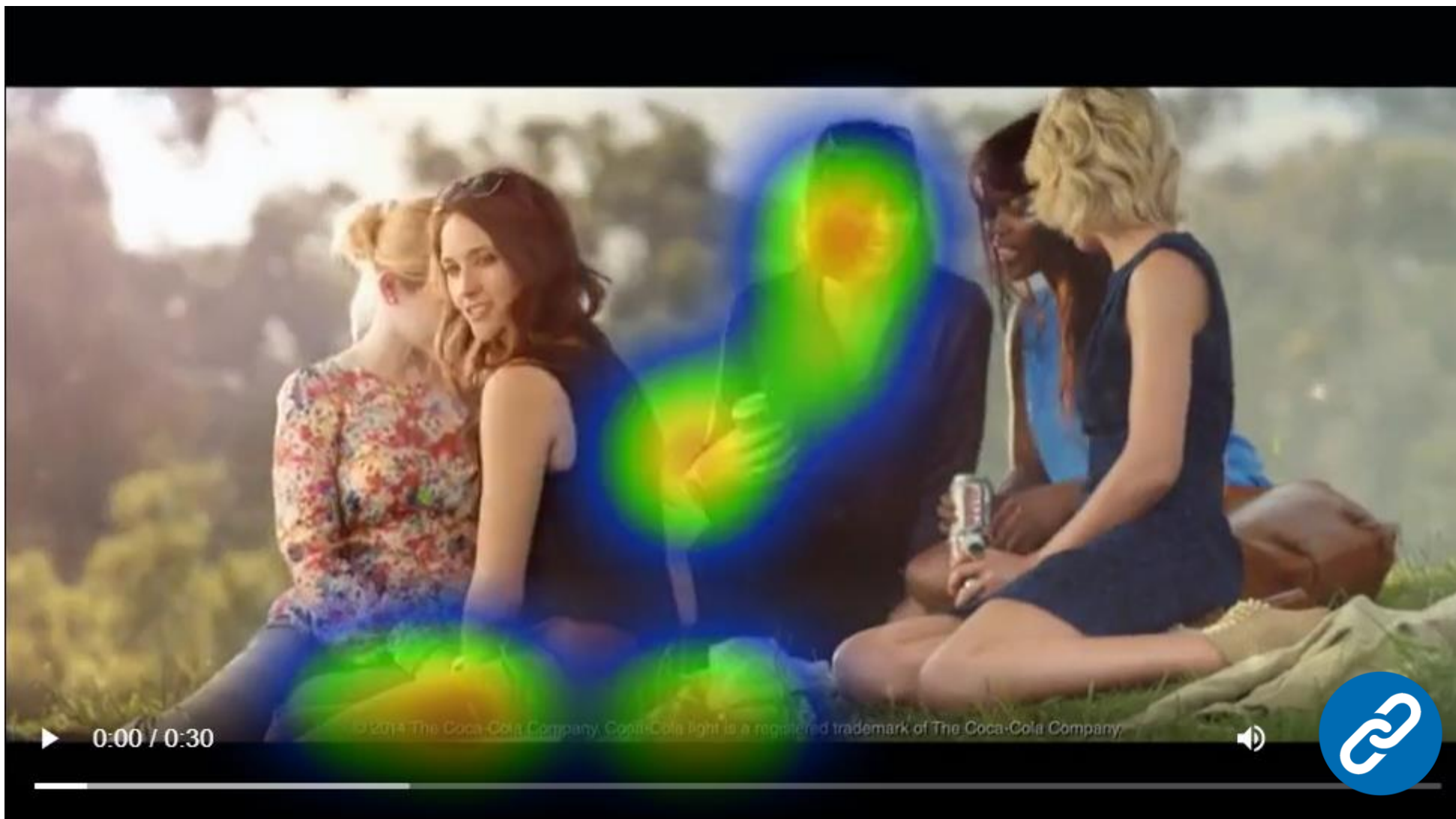
Mis on liigutamise
füsioloogia?

Mis paneb
pupilli liikuma?

Slide navigation interface showing a grid of 54 slides. The slides are organized into 6 rows and 9 columns. The first slide is titled "SILMALIGUTUSED". The second slide is titled "Tina loengus". The slides are numbered 1 through 54. The interface includes a green arrow pointing right, a red arrow pointing right, a purple arrow pointing right, a yellow arrow pointing right, and a blue arrow pointing right. The number 54 is visible in the bottom right corner.



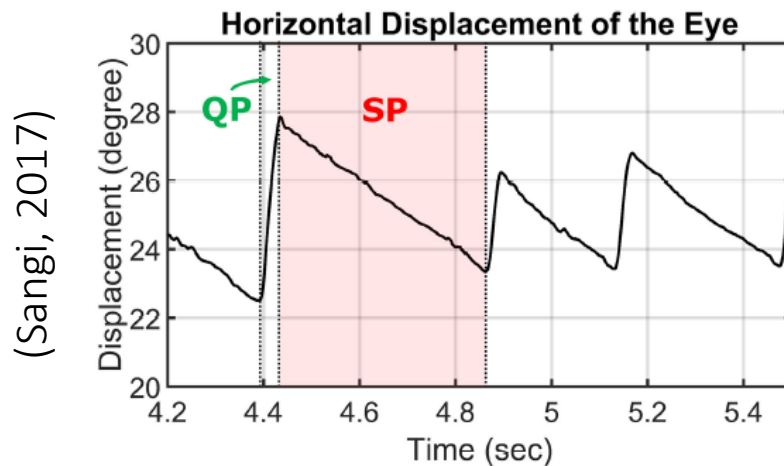
Yarbus (1967)



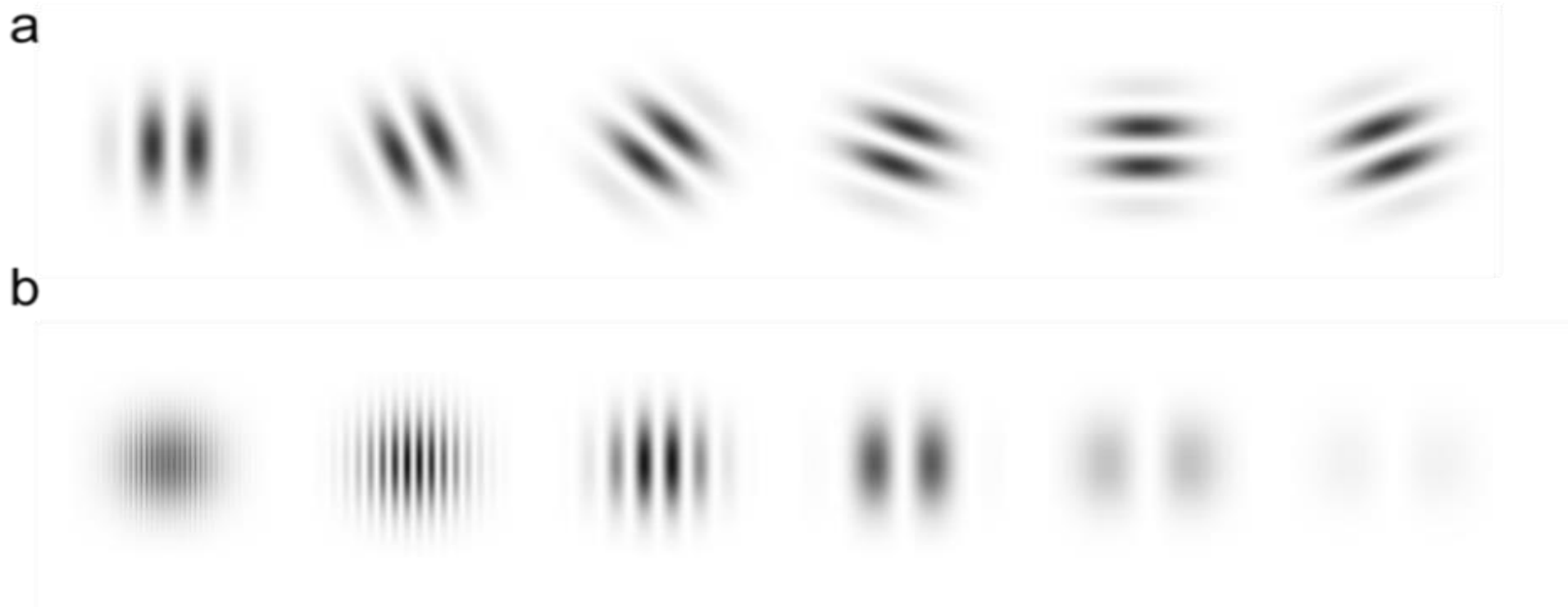
Optokineetiline nüstagm

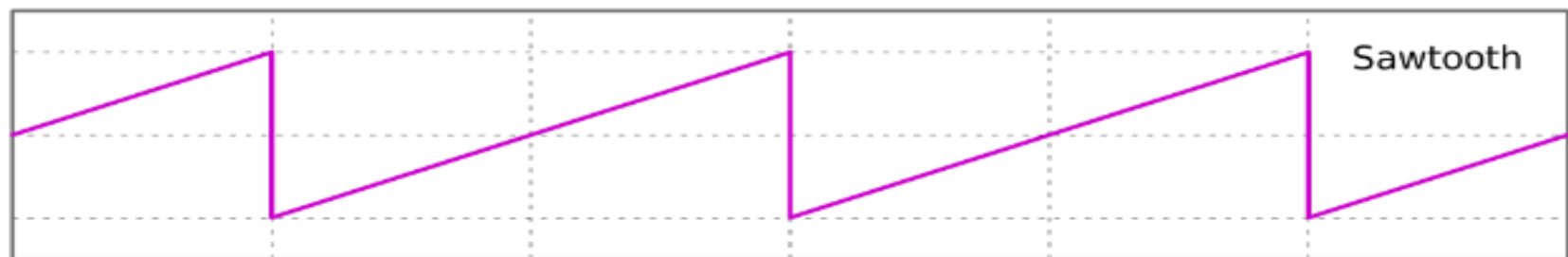
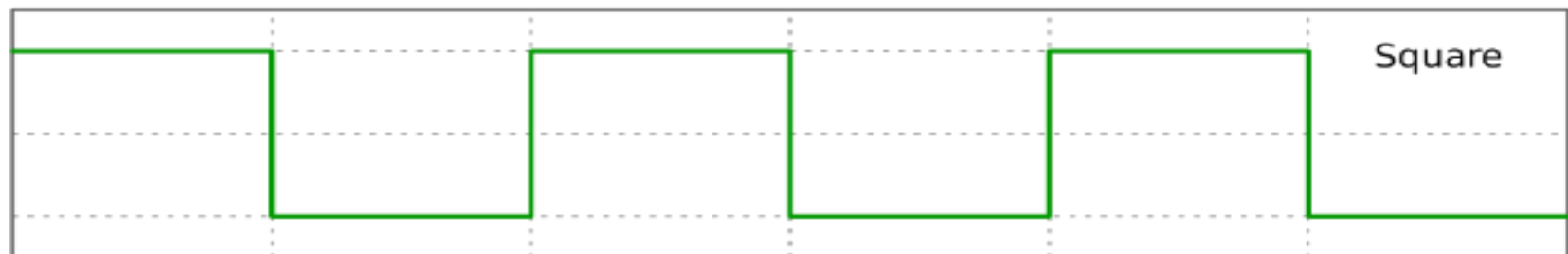
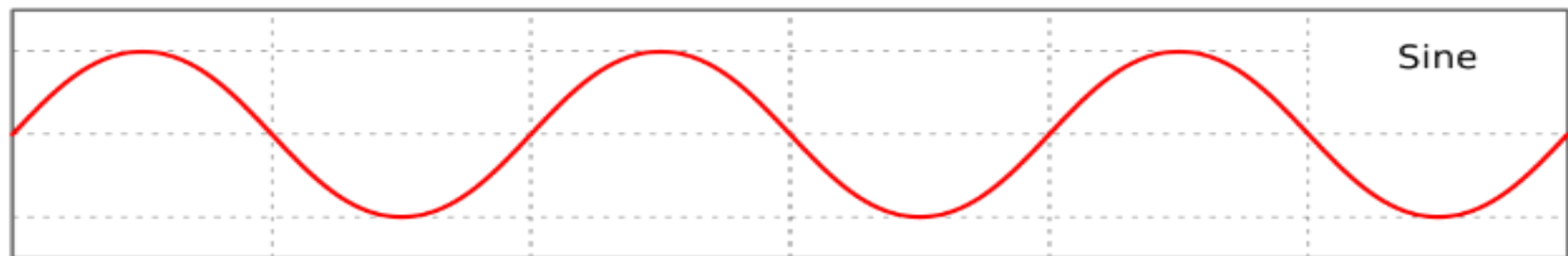


Seda silmade liikumise mustrit kirjeldavad kordamööda vahelduvad aeglased sujuvad silmaliigutused teises suunas tehtavate kiirete silmaliigutustega (sakaadidega)



Visuaalsete stiimulite baasparameetrid: orientatsioon ja ruumiline laotustihedus





Monitoride seadistamine



Monitori pikslitiheduse väljaselgitamine

Arvuti monitori resolutsiooni väljaselgitamiseks mine enda operatsioonisüsteemi monitori seadetesse, kus saadki kontrollida, millist resolutsiooni monitor hetkel kasutab.

- Windowsi arvutil: tee töölaual (*Desktop*) parem hiireklõps:
[Display settings](#) > [Display resolution](#) (nt 1920 x 1080)
- Macintoshi arvutil: tee vasak hiireklõps Apple'i ikoonil: [System Preferences...](#) > [Displays](#) > [Resolution](#) > [Scaled](#) (kui teha linnuke Scaled ette, siis peaksid nägema, milline resolutsioon hetkel aktiivne on)

Ülesanne 2. Loo uus monitori seadete fail ja anna sellele nimeks OKN (Optokineetiline nüstagm) ja muuda selle järgmisi parameetreid:

- a) ekraani kaugus katseisikust sentimeetrites: 57
- b) ekraani suurus pikslites: 1920 x 1080
- c) ekraani laius sentimeetrites: 29.8

*Need on ühele sülearvutile vastavad näiteparameetrid, mida **tuleks** vastavalt katses kasutatavatele seadmetele ja mõõtmistingimustele **kohandada**.*

Ülesanne 3. Muuda eksperimendi seadeid selliselt, et PsychoPy kasutaks stiimulite esitamisel eelmises ülesandes loodud monitori seadeid (OKN).

Eksperimendi seadete muutmiseks vajutame mutriga ikoonil ja avame ekraani seadete saki (*Screen*), milles kirjutame esimesse lahtrisse (Monitor) eelmises ülesandes salvestatud monitori seadete nime.

Ülesanne 4. Vali komponentide menüüst võre stiimul (*Grating*), lisa see *trial* rutiinielemendi koosseisu ja muuda selle **Basic** saki alla olevaid parameetreid:

- a) sea algushetkeks rutiinielemendi algus ehk 0 ja jäta kestuse lahter tühjaks (sellega kindlustame, et komponent jääb ekraanile kuni rutiinielemendi lõpuni)
- b) laiuseks 15 ja kõrguseks 10 nägemisnurga kraadi
- c) sea kasutatavateks suurusühikuteks kraadid.

grating Properties

Basic Layout Appearance Texture Data Testing

Size [w,h] \$ (30, 20) constant

Position [x,y] \$ (0, 0) constant

Spatial Units from exp settings

Orientation \$ 0 constant



Help Cancel OK



Ülesanne 4.1. Muuda võrekomponendi *Advanced* saki all järgmisi parameetreid:


- a) kirjuta tekstuuri ribade ülemineku lahtrisse `sqr` (*square*)
- b) sea faas igal ekraani värskendusel muutuma sammuga t^2
- c) sea ruumiliseks sageduseks 0.25 kraadi


grating Properties


Basic Layout Appearance **Texture** Data Testing


Texture sin  constant 

Mask  constant 

Phase (in cycles) \$ 0.0 constant 

Spatial frequency \$ constant 

Texture resolution 128 

Interpolate linear 

Help Cancel OK

Kuldvillak: silmaliigutused

Miks liigutame?	Silmaandurid	Kuidas liigutame?	Füsiloogia	Pupillireaktsioon
100	100	100	100	100
200	200	200	200	200
300	300	300	300	300
400	400	400	400	400



Kasutatud kirjandus (esinemise järjekorras)

Ellis, C. J. (1981). The pupillary light reflex in normal subjects. *British Journal of Ophthalmology*, 65(11), 754-759.

Gleitman, H., Reisberg, D., & Gross, J. (2014). *Psühholoogia*. Hermes.

Fischer, C., Luauté, J., Adeleine, P., & Morlet, D. (2004). Predictive value of sensory and cognitive evoked potentials for awakening from coma. *Neurology*, 63(4), 669-673.

Fotiou, D. F., Brozou, C. G., Haidich, A. B., Tsitsios, D., Nakou, M., Kabitsi, A., ... & Fotiou, F. (2007). Pupil reaction to light in Alzheimer's disease: evaluation of pupil size changes and mobility. *Aging clinical and experimental research*, 19(5), 364-371.

Stern, R. M., Ray, W. J., & Quigley, K. S. (2001). *Psychophysiological recording*. Oxford University Press, USA.

Bradley, M. M., Miccoli, L., Escrig, M. A., & Lang, P. J. (2008). The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation. *Psychophysiology*, 45(4), 602–607.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00654.x>

Hess, E. H., & Polt, J. M. (1960). Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*, 132(3423), 349-350.

Wenzlaff, F., Briken, P., & Dekker, A. (2016). Video-Based Eye Tracking in Sex Research: A Systematic Literature Review. *The Journal of Sex Research*, 53(8), 1008–1019.

Hess, Eckhard H., and James M. Polt. "Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving." *Science* 143.3611 (1964): 1190-1192.

van der Wel, P., & van Steenbergen, H. (2018). Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(6), 2005–2015.
<https://doi.org/10.3758/s13423-018-1432-y>

Goldinger, S. D., & Papesh, M. H. (2012). Pupil Dilation Reflects the Creation and Retrieval of Memories. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2), 90–95.
<https://doi.org/10.1177/0963721412436811>

Kahneman, D., & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154(3756), 1583-1585.

Hayashi, N., Someya, N., & Fukuba, Y. (2010). Effect of Intensity of Dynamic Exercise on Pupil Diameter in Humans. *Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY*, 29(3), 119–122. <https://doi.org/10.2114/jpa2.29.119>

Simpson, H. M. (1969). Effects of a task-relevant response on pupil size. *Psychophysiology*, 6(2), 115-121.

Adam, J. J., Bovend'Eerd, T. J. H., Smulders, F. T. Y., & Van Gerven, P. W. M. (2014). Strategic flexibility in response preparation: Effects of cue validity on reaction time and pupil dilation. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(2), 166–177.

Richer, F., & Beatty, J. (1985). Pupillary dilations in movement preparation and execution. *Psychophysiology*, 22(2), 204-207.



Tänan tähelepanu eest!