

THE AGING DIVER



DR. CATHERINE DE MAEYER

DR. HERMAN VAN BOGAERT

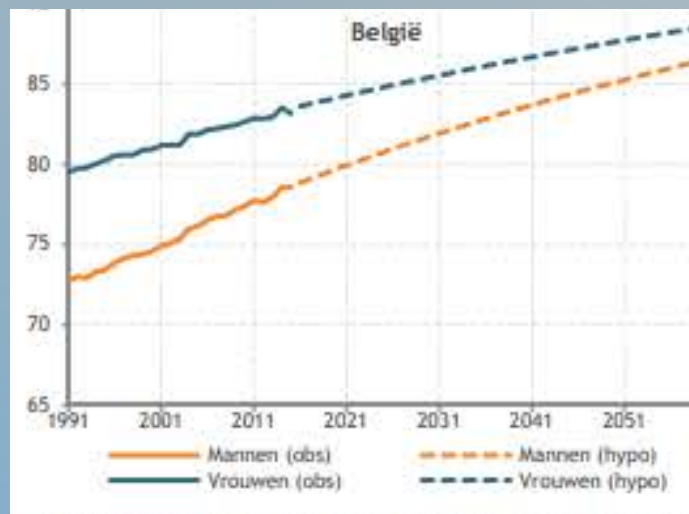


WAAROM ?

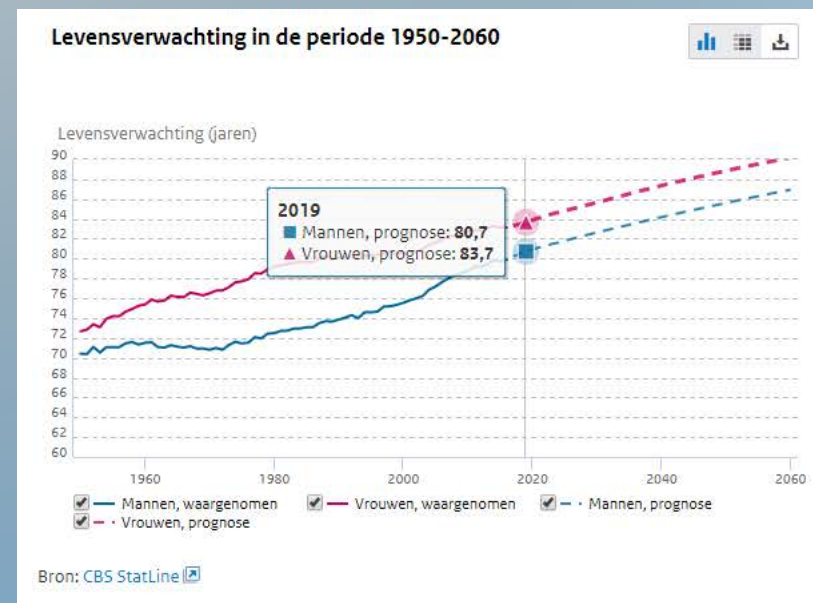
LEVENSV ERWACHTING BELGIË



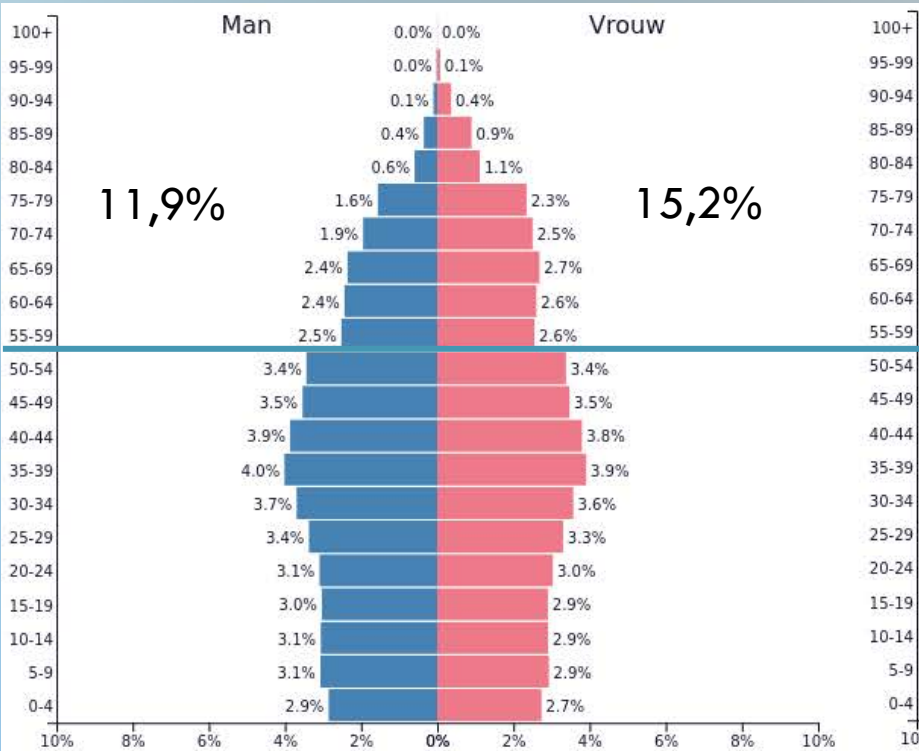
81,4 jaar



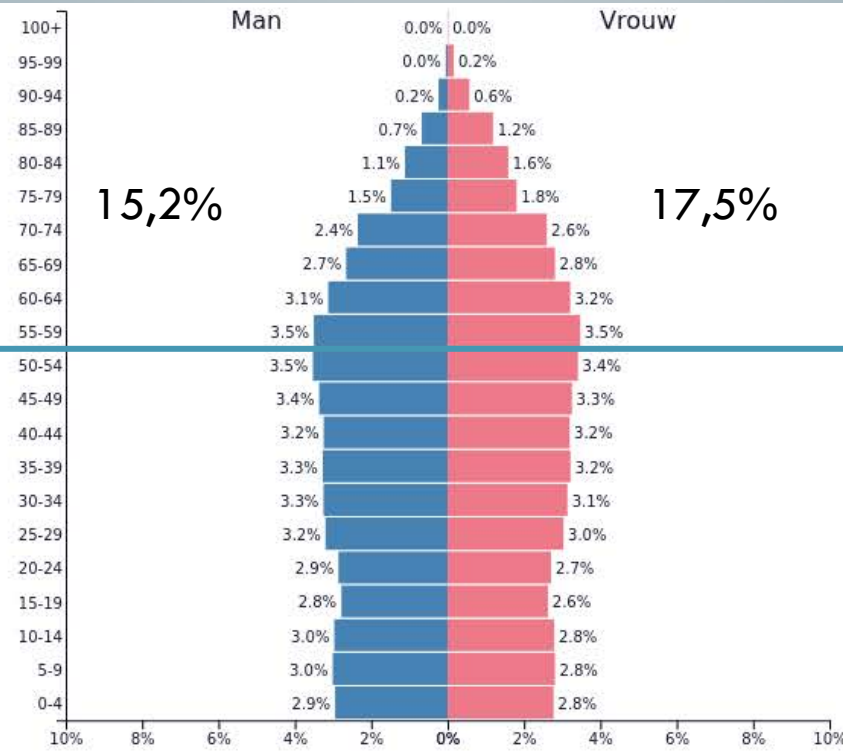
LEVENSV ERWACHTING NEDERLAND



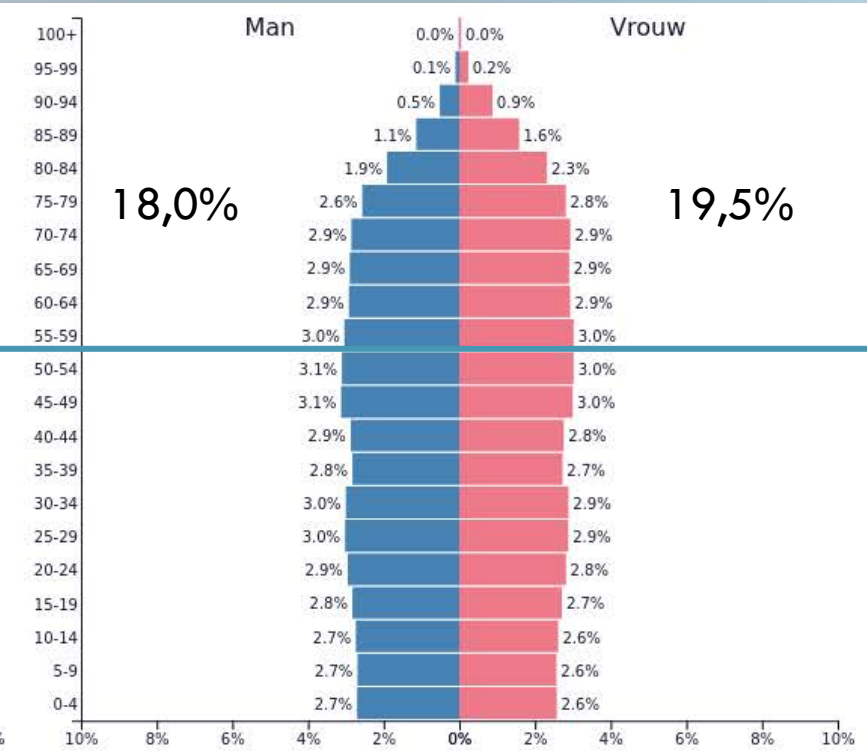
BEVOLINGSPIRAMIDE BELGIË



België - 2000
Bevolking: 10,268,380
PopulationPyramid.net

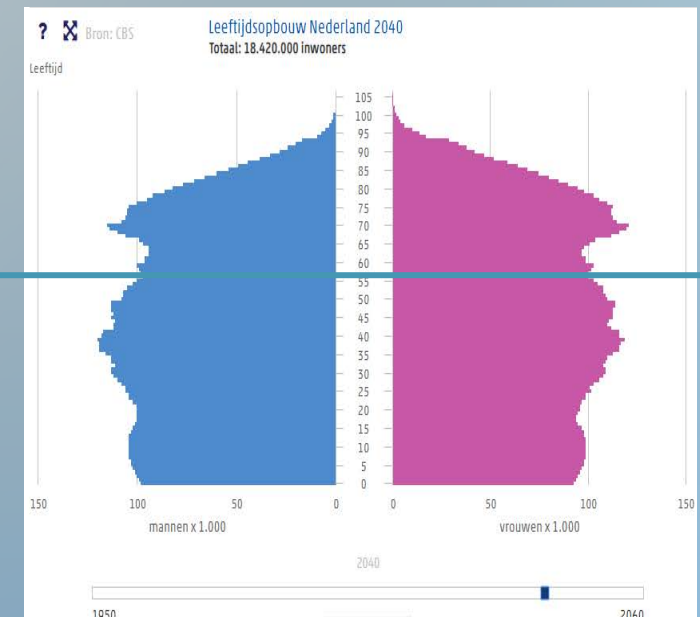
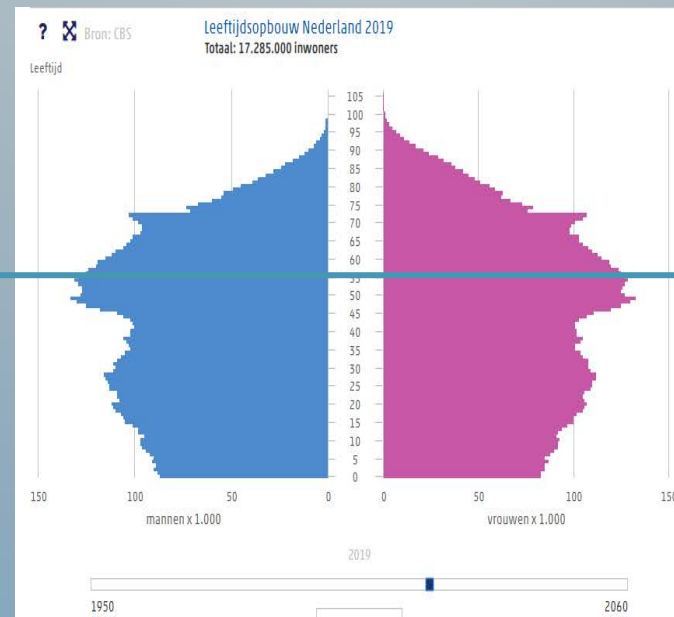
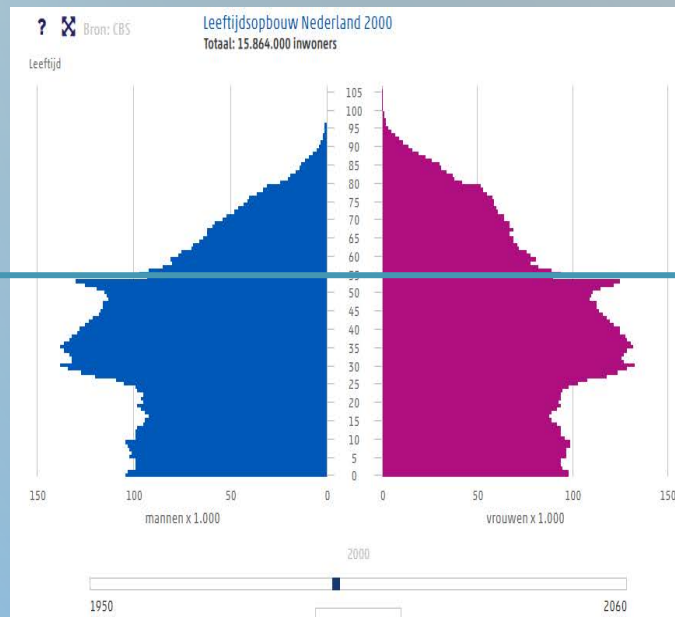


België - 2020
Bevolking: 11,634,331
PopulationPyramid.net

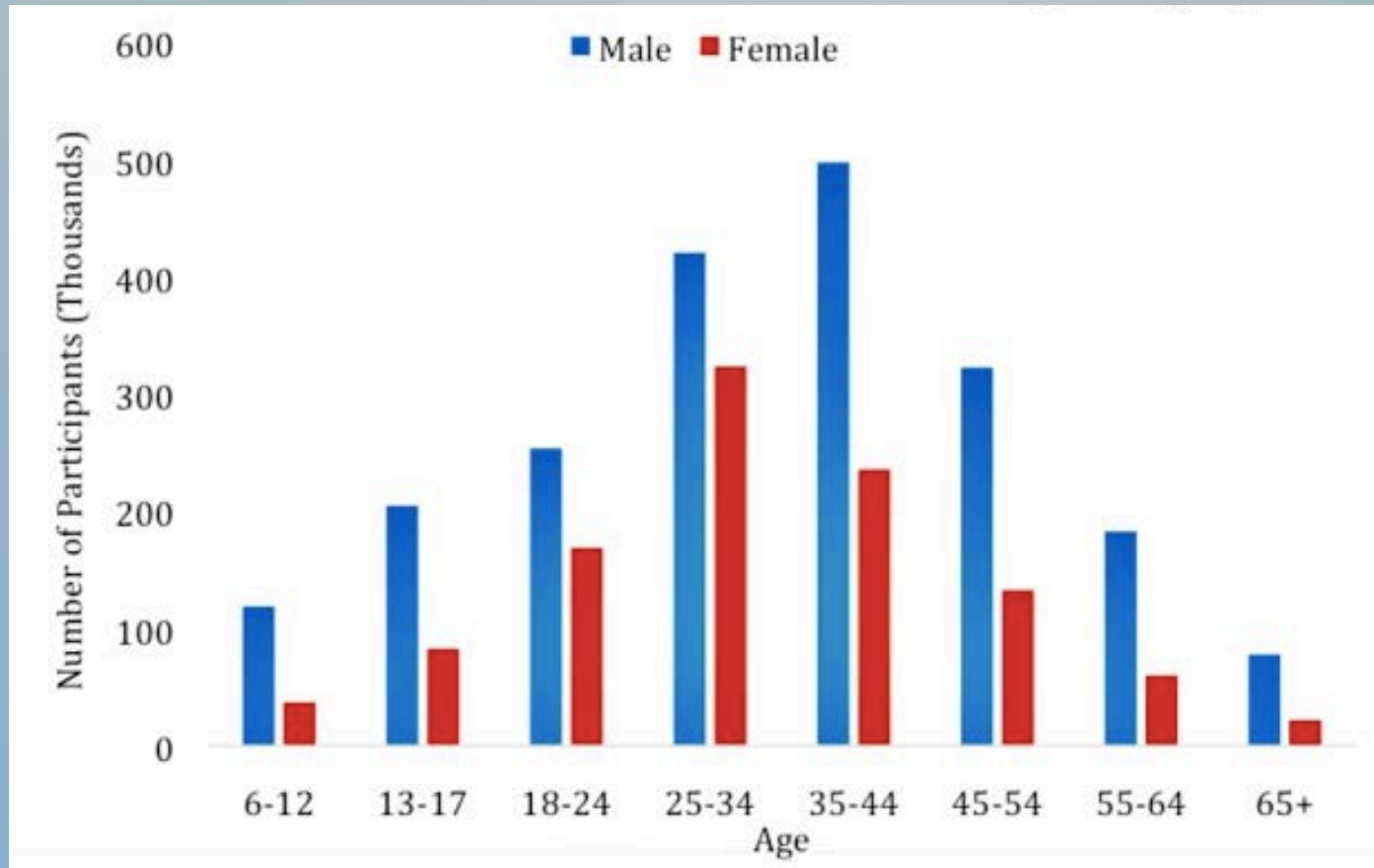


België - 2040
Bevolking: 12,315,253
PopulationPyramid.net

BEVOLKINGSPRAMIDE NEDERLAND

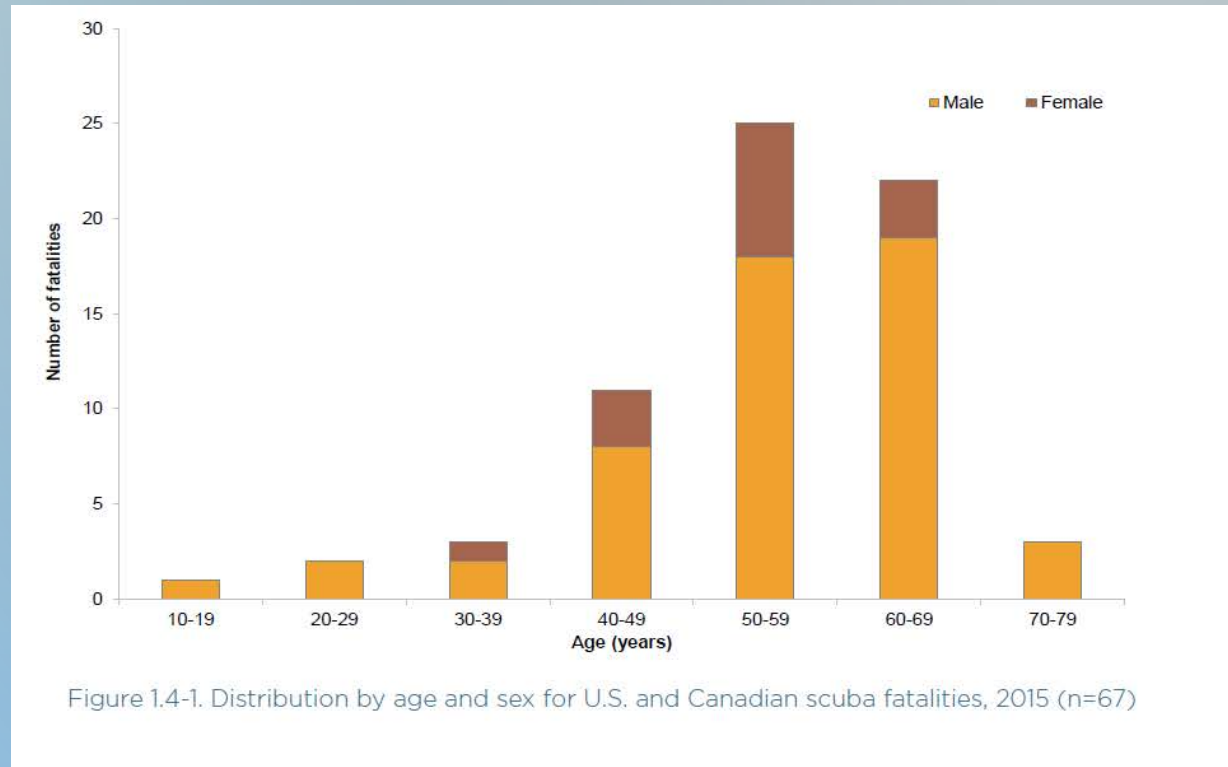


LEEFTIJDVERDELING RECREATIEVE DUIKERS



Sports and Fitness Industry Association Report 2015

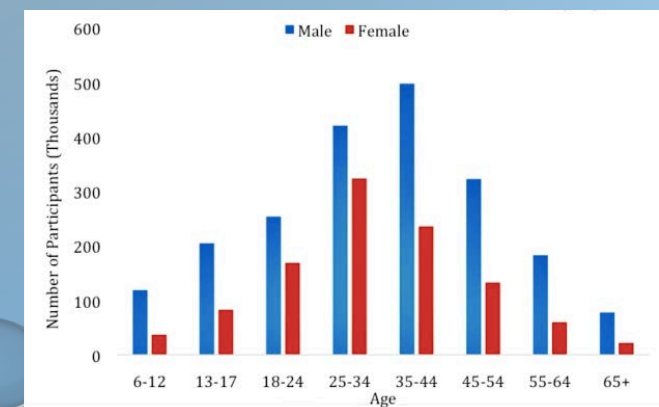
US & CANADA DIVING FATALITIES 2015 (N=67)

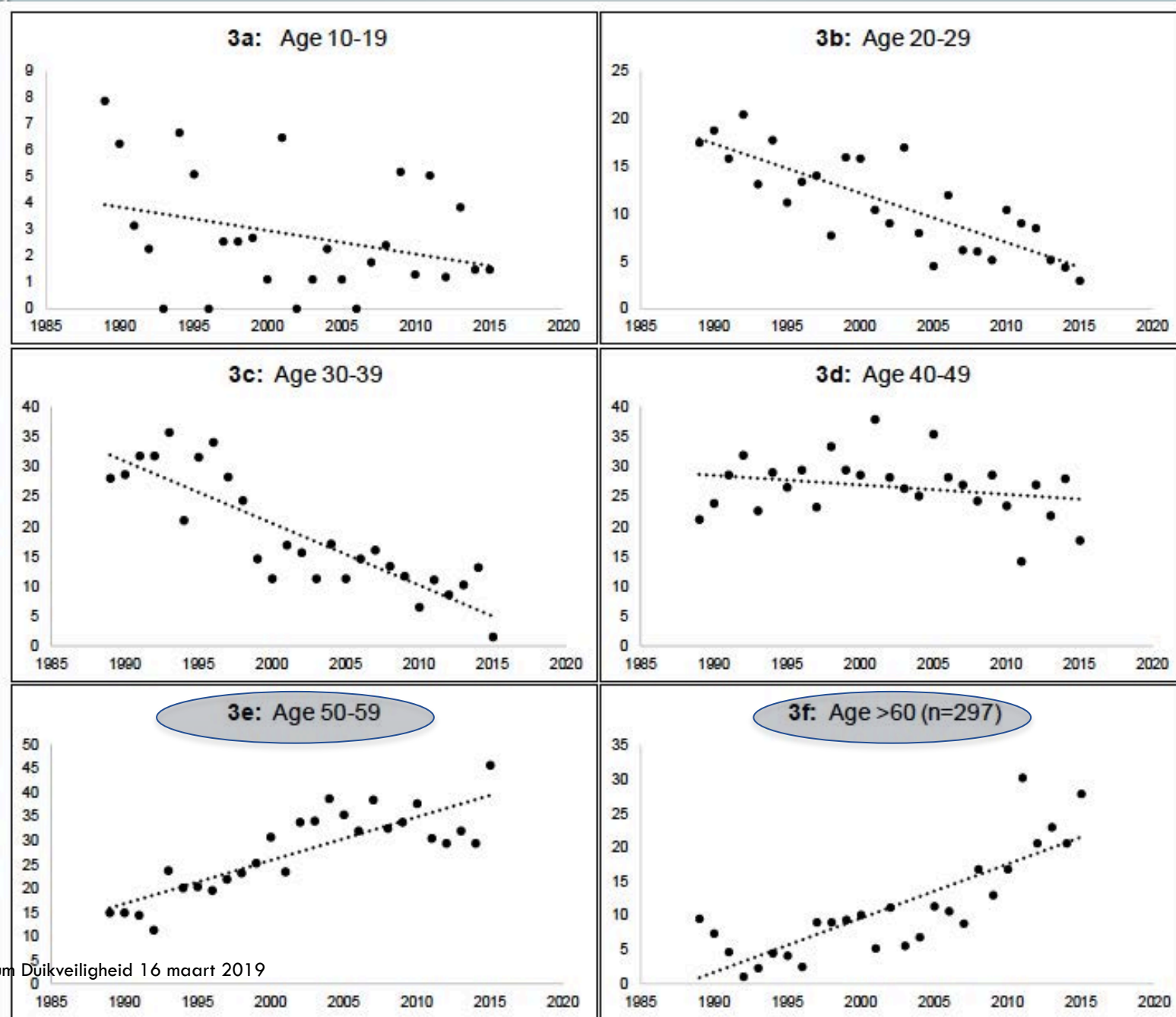


Buzocott P. DAN Annual Diving Report 2017

The aging diver - Symposium Duikveiligheid 16 maart 2019

→ Meeste ongevallen bij duikers > 40j

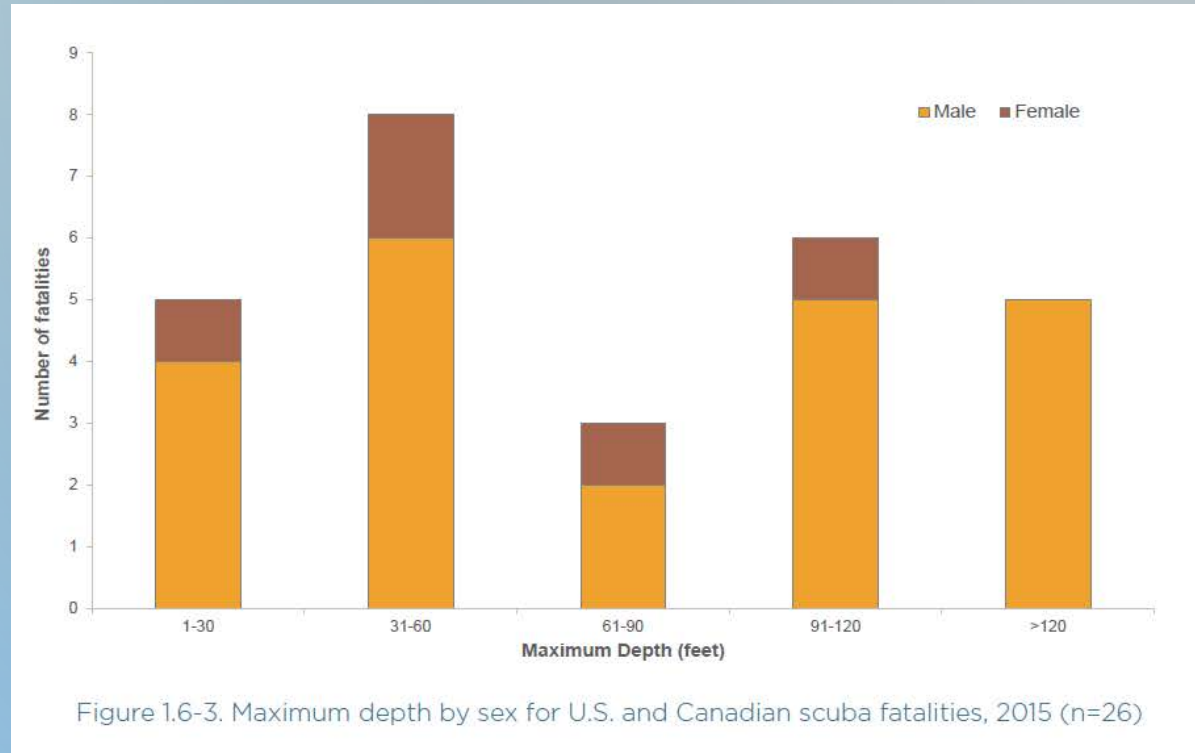




The aging diver - Symposium Duikveiligheid 16 maart 2019

Figure A-3. Percentage of each year's fatalities by age-group, 1989-2015 (n=2,267)

US & CANADA DIVING FATALITIES 2015 (N=67)

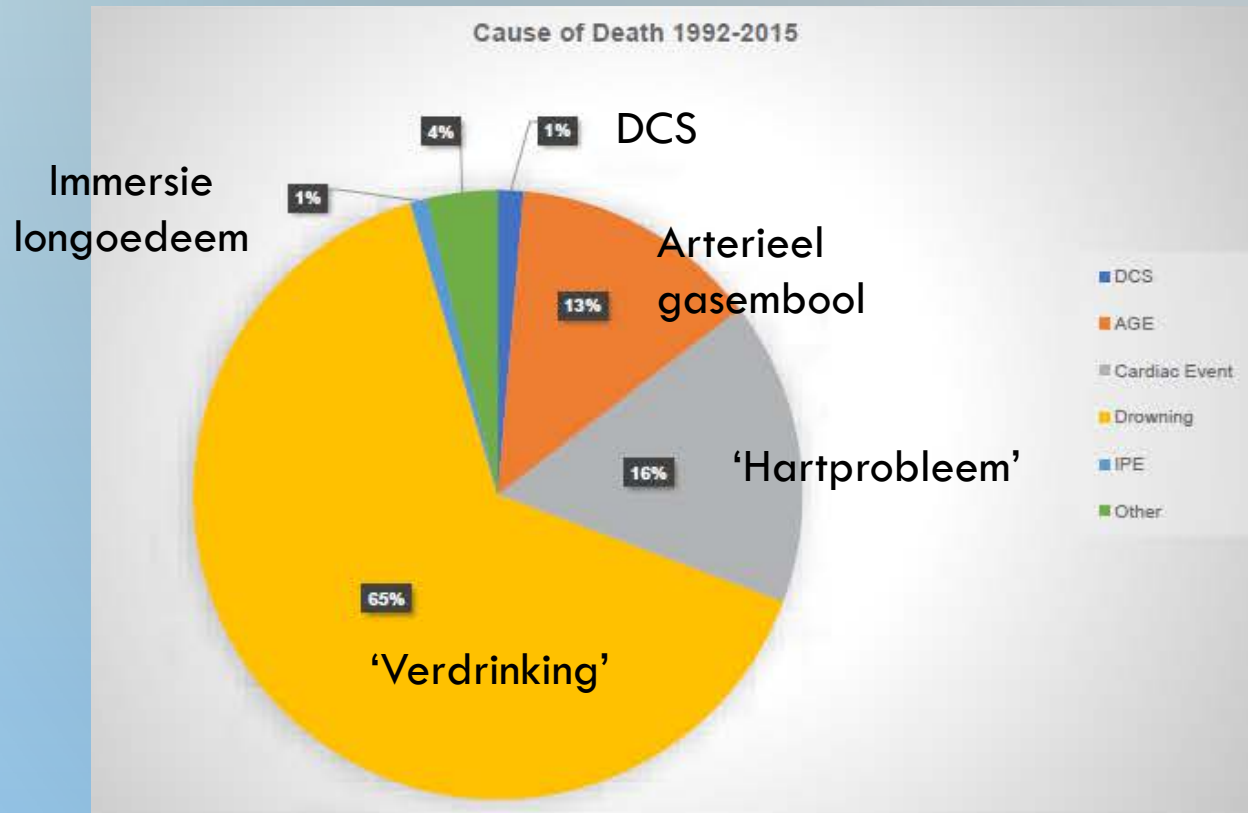


→ Onafhankelijk van de diepte

Buzocott P. DAN Annual Diving Report 2017

The aging diver - Symposium Duikveiligheid 16 maart 2019

DUIDELIJK MEER 'ONGEVALLEN TIJDENS DUIKEN' DAN "KLASSIEKE' DUIKONGEVALLEN' (N=1.549)



Buzocott P. DAN Annual Diving Report 2017

The aging diver - Symposium Duikveiligheid 16 maart 2019

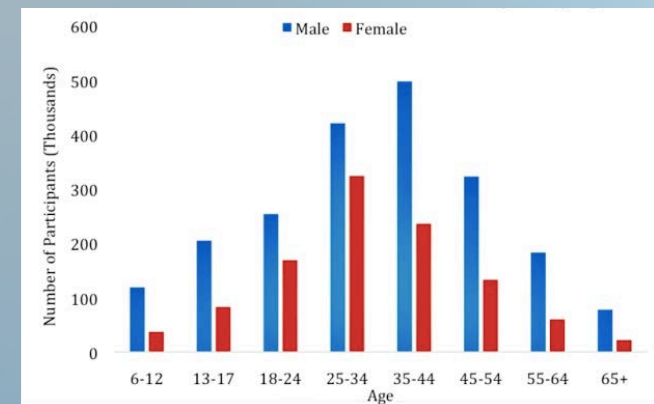
% cardiale factor bij ongevallen tijdens het duiken stijgt van 5% op 35 jaar naar 30% vanaf 50-jarige leeftijd

Leeftijd en een daaraan verbonden verhoogd risico op hart-en vaatziekten verhogen het risico op immersie-longoedeem (ILE)

Peacher et al. MMSE 2015

REGISTRATIE 2010 - 2015

- IN DEZE US – CANADA DUIKPOPULATIE:
 - 469 OVERLIJDENS
 - 82% > 40J
 - 72% > 50J
 - DIT IS NIET TE VERKLAREN DOOR DE LEEFTIJDSDISTRIBUTIE VAN DE DUIKERS



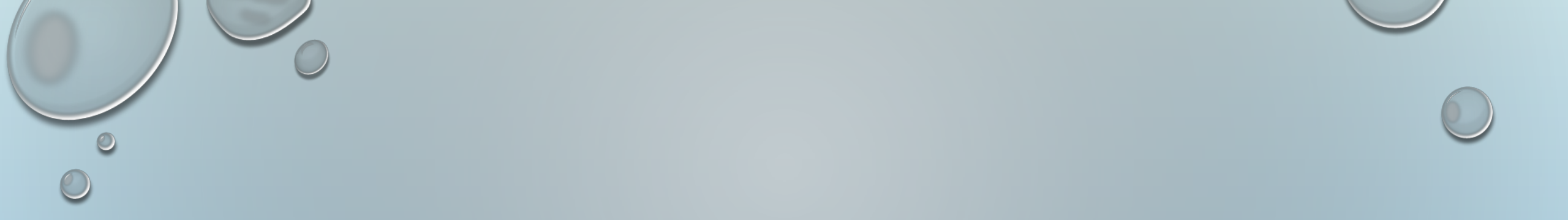
- BOVENDIEN: PERIODE 2000 – 2006: OVERLEDEN DUIKERS HADDEN ONGEVEER 13 X ZOVEEL HART- EN VAATZIEKTEN ALS ZE > 50J WAREN ... (DENOBLE ET AL. UHM 2008)

DCS

- STUDIE VAN 1983 TOT 2003 (SMERZ RW, DHM 2007)
 - 889 BEHANDELDE DCS-GEVALLEN
 - RISICO VOOR DCS
 - 2,2 KEER HOGER ALS >51J
 - 2,9 KEER HOGER ALS >61J
- HET FUNCTIONELE HERSTEL NA EEN BEHANDELD DCS IS DUIDELIJK MINDER GOED ALS >42J (BLATTEAU ET AL. NEUROCRIT. CARE 2011)



**STAY
CALM
AND
KEEP
BREATHING**

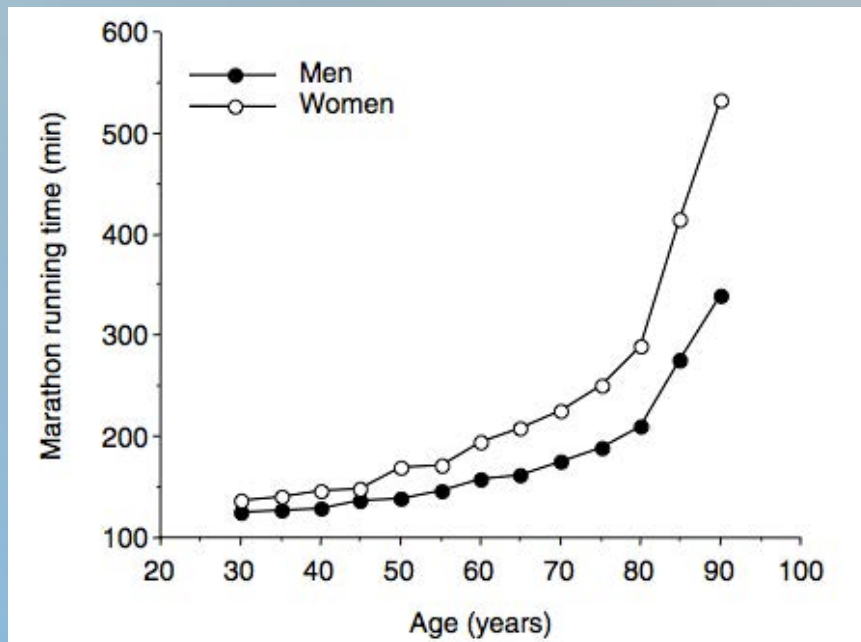


VEROUDERING VAN HET HART- EN BLOEDVATENSTELSEL

DR. CATHERINE DE MAEYER

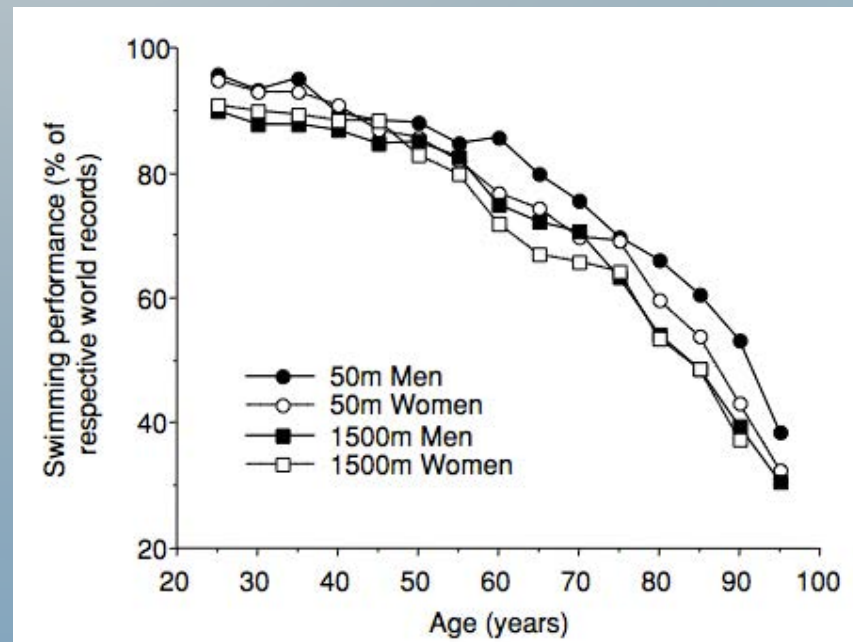
UITHOUDINGSVERMOGEN GAAT MET DE JAREN ACHTERUIT

Looptijd voor marathon voor mannen en vrouwen volgens leeftijd

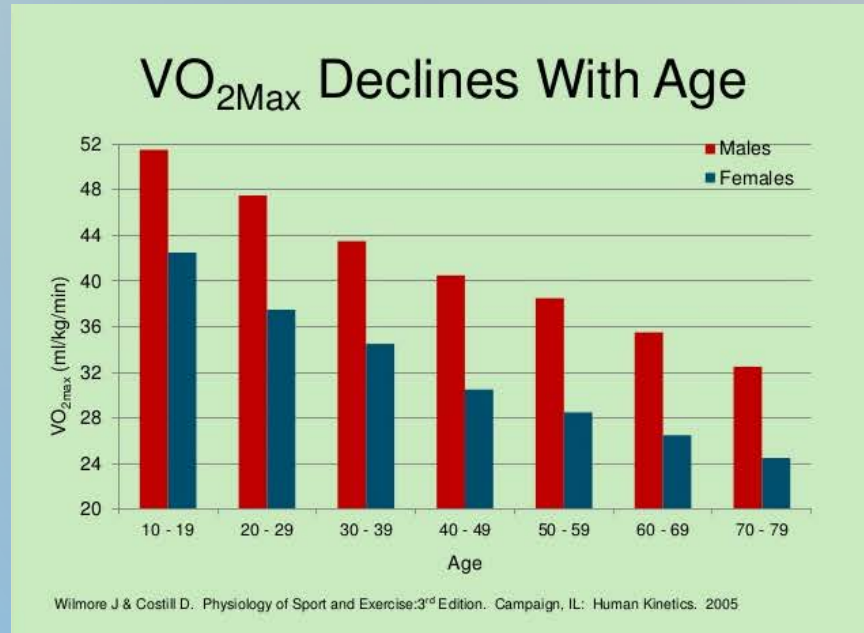


Tanaka H, Seals DR. J Physiol. 2008(586):55-63

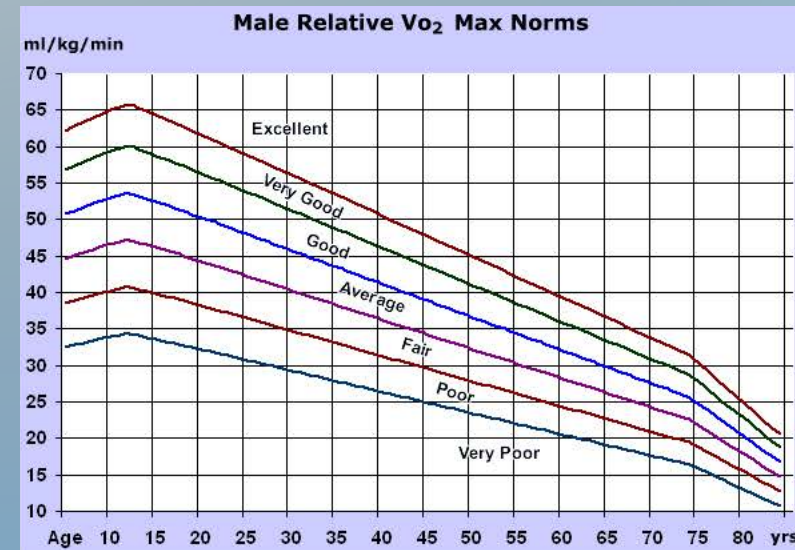
Zwemprestaties (mannen en vrouwen) volgens leeftijd



VO₂MAX GAAT ACHTERUIT



Dit wordt vastgesteld bij mannen en vrouwen, elite sporters en recreanten, magere en zwaardere personen, ...



VO₂max = 'grootte' van de motor
VO₂max = hartslag x slagvolume x O₂verbruik thv spier

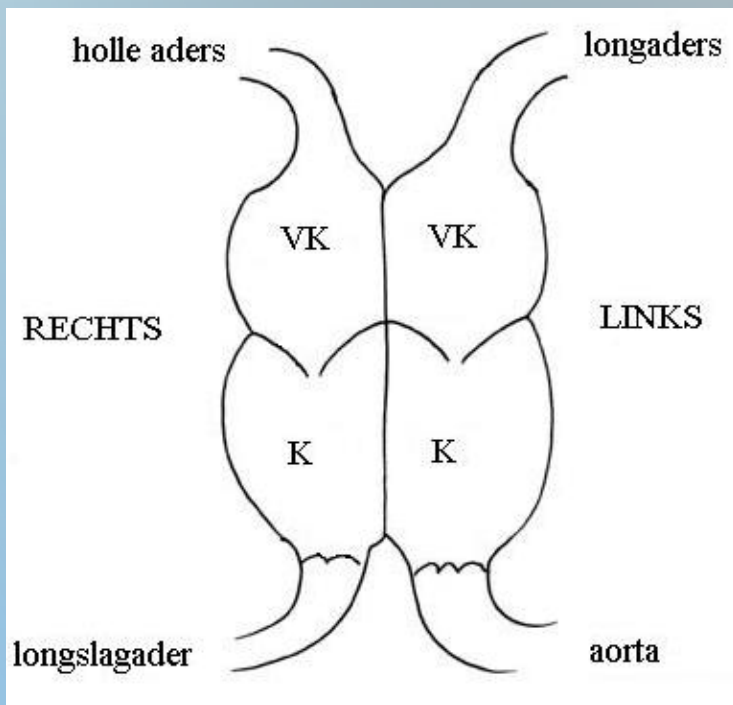
WAT IS 'VEROUDERING'

- STRUCTURELE (WEEFSEL) EN FUNCTIONELE **VERANDERINGEN**
- DIE AAN **VERSCHILLENDE SNELHEDEN** IN VERSCHILLENDE WEEFSELS/ORGANEN OPTREDEN
- VERSCHILLEND PER **PERSOON**
- IFV **GENETICA (AANLEG), OMGEVINGSFACTOREN, LEVENSTIJL, ...**
- OVER HET ALGEMEEN:
 - 'VEROUDERING' ZET IN VANAF DE DERDE DECADE (>30J)
 - WORDT VAAK PAS OPGEMERKT VANAF DE VIJFDE DECADE (>50J) BIJ GEZONDE, FITTE PERSONEN

VEROUDERINGSPROCES = INTERACTIE VAN VERSCHILLENDE FACTOREN ...



HART- EN BLOEDVATSTELSEL



Hart :

centrale **pomp** in 2 '**buizen**'circuits

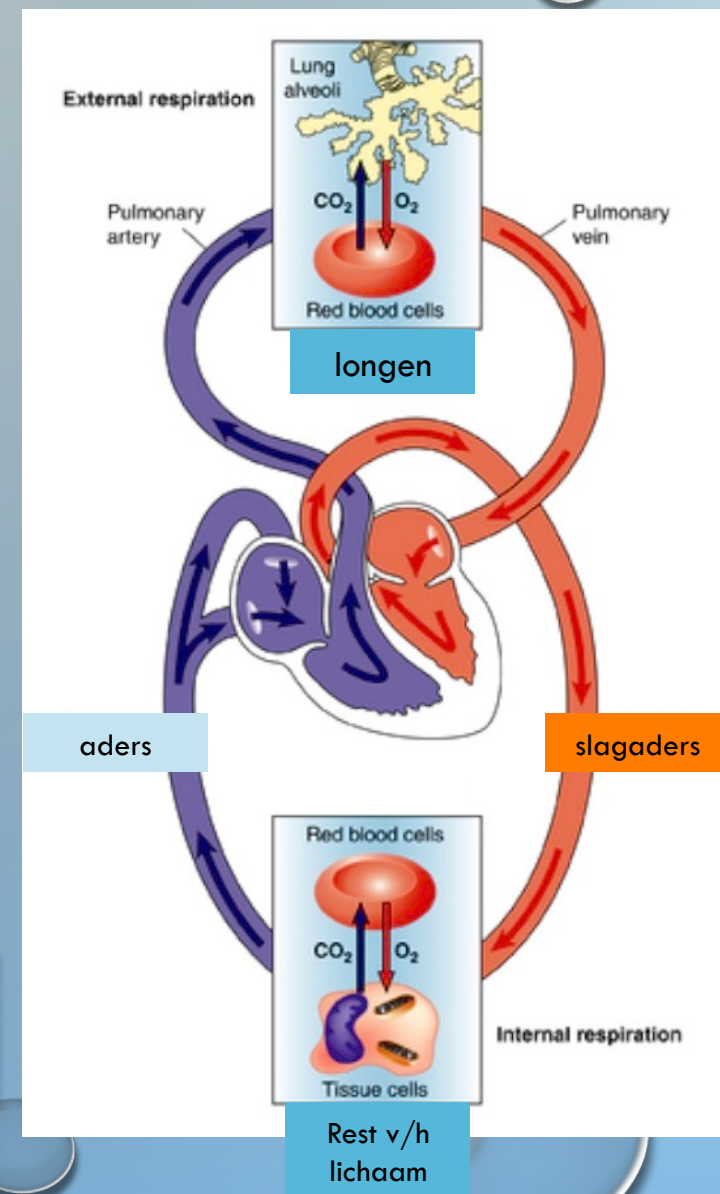
- kleine bloedsomloop:
hart → longen → hart
- grote bloedsomloop:
hart → andere organen → hart

Hartwerking :

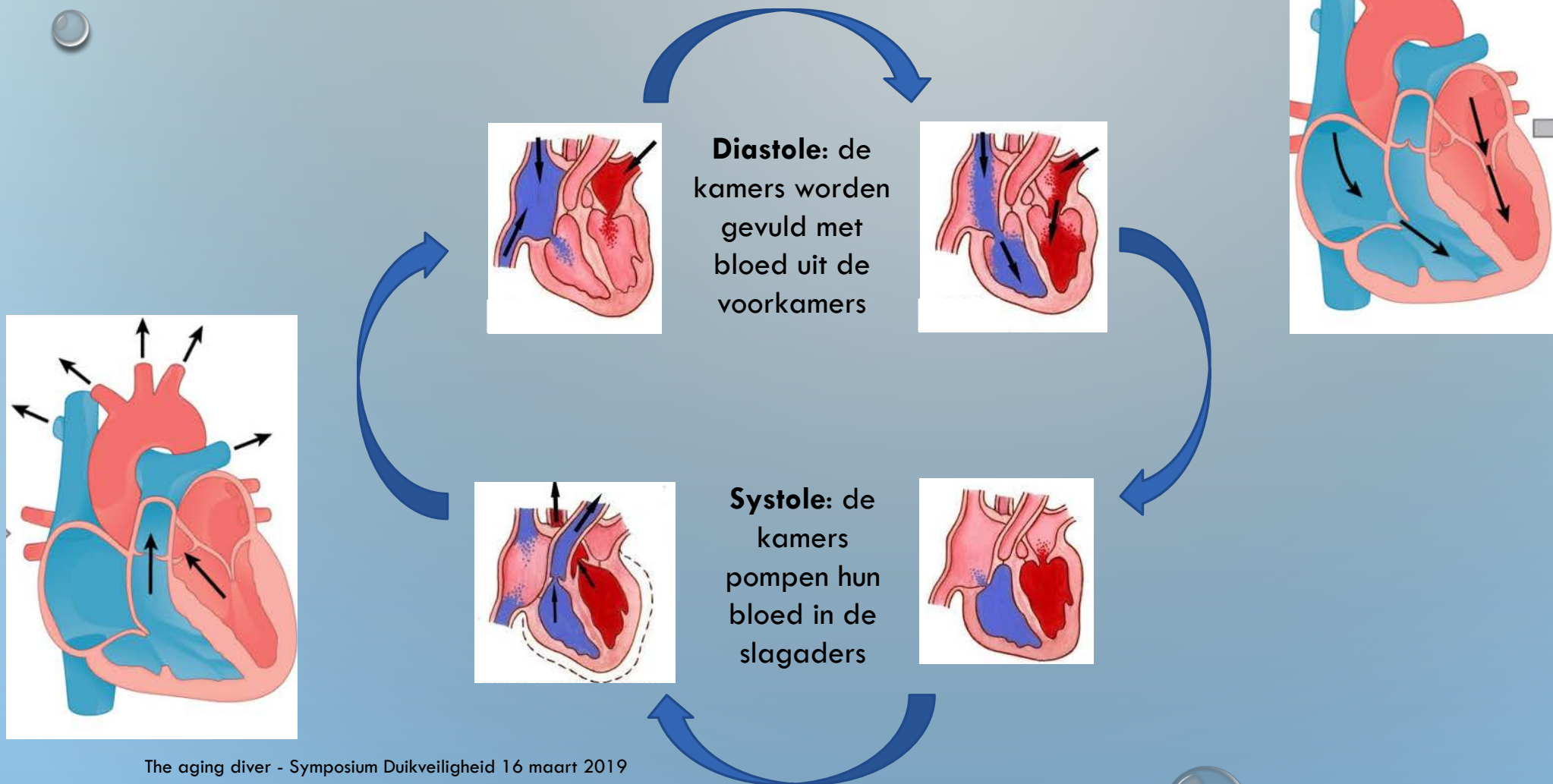
2 fasen

- **systole** of samentrekken van de kamers (leegpompen)
- **diastole** of ontspannen van de kamers (vullen)

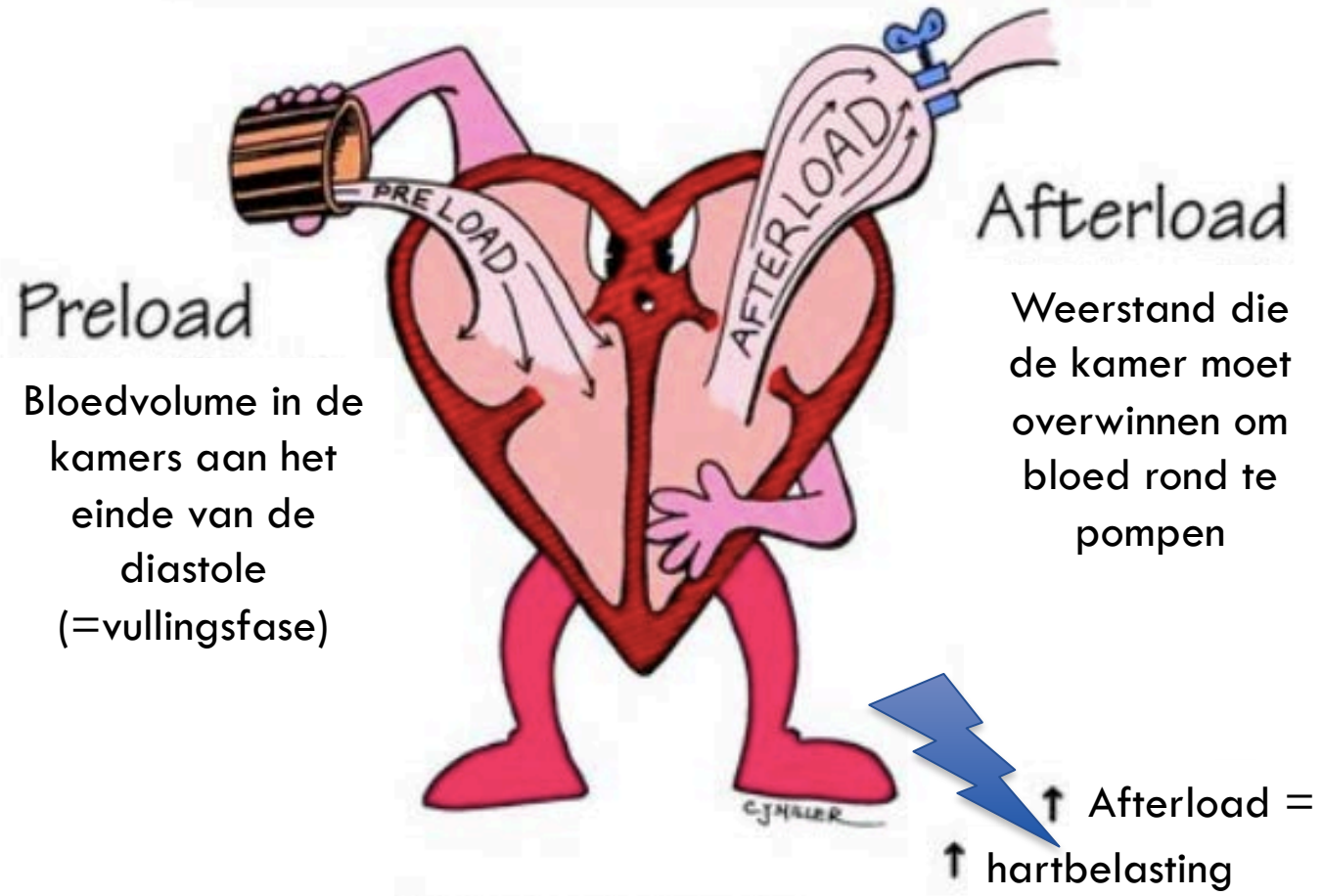
$$\text{Hartdebiet (l/min)} = \text{slagvolume} \times \text{hartfrequentie}$$



HARTCYCLUS

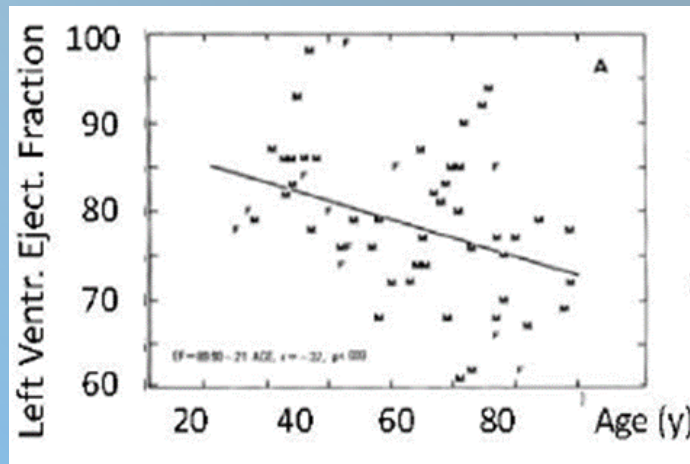


PRELOAD EN AFTERLOAD



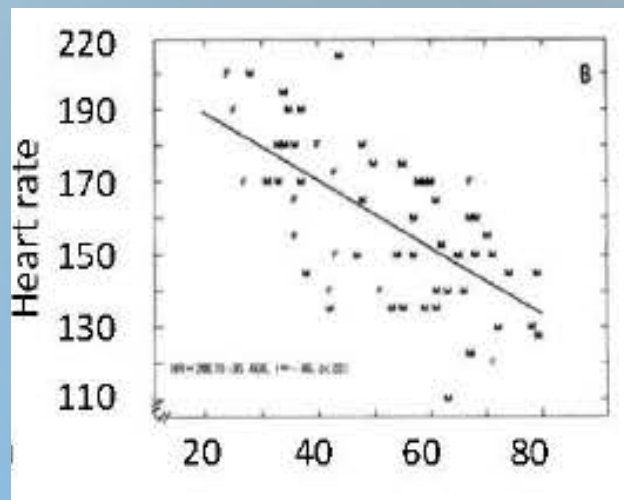
WEEFSELVEROUDERING THV HET HART

- HET **HARTSPIERWEEFSEL** (MYOCARD): CELLEN VERDWIJNEN EN WORDEN VERVANGEN DOOR BINDWEEFSEL
 - ELASTICITEIT NEEMT AF → HARTSPIER WORDT STIJVER EN KAN MINDER GOED VULLEN, TRAGERE VULLING
 - POMPKRACHT NEEMT AF → MINDER KRACHTIG UITPOMPEN, MINDER VOLUME WORDT UITGEPOMPT, VERZWAKTE RESPONS BIJ INSPANNING
 - ELECTRISCHE GELEIDING RAAKT VERSTOORD – RISICO OP RITME-STOORNISSEN



WEEFSELVEROUDERING THV HET HART

- DE CONTROLE- / AANSTUURMECHANISMEN RAKEN VERTRAAGD EN VERSTOORD: ONDERMEER MINDER OPLOPEN VAN DE HARTSLAG BIJ OUDER WORDEN



HARTDEBIET = SLAGVOLUME X HARTFREKVENTIE

- **DOOR DE LAGERE HF BIJ EENZELFDE INSPANNING BIJ EEN OUDER PERSOON, ZAL VOOR DIEZELFDE INSPANNING EEN HOGER SLAGVOLUME NODIG ZIJN**

→ HARTDEBIET DAALT

→ MINDER ZUURSTOFTOEDIENING NAAR DE WEEFSELS

→ EN DUS **MINDER INSPANNINGSVERMOGEN**

→ DIT GEBEURT BIJ HOGERE VOLUMES EN HOGERE DRUKKEN IN HET HART

→ KOST MEER ENERGIE

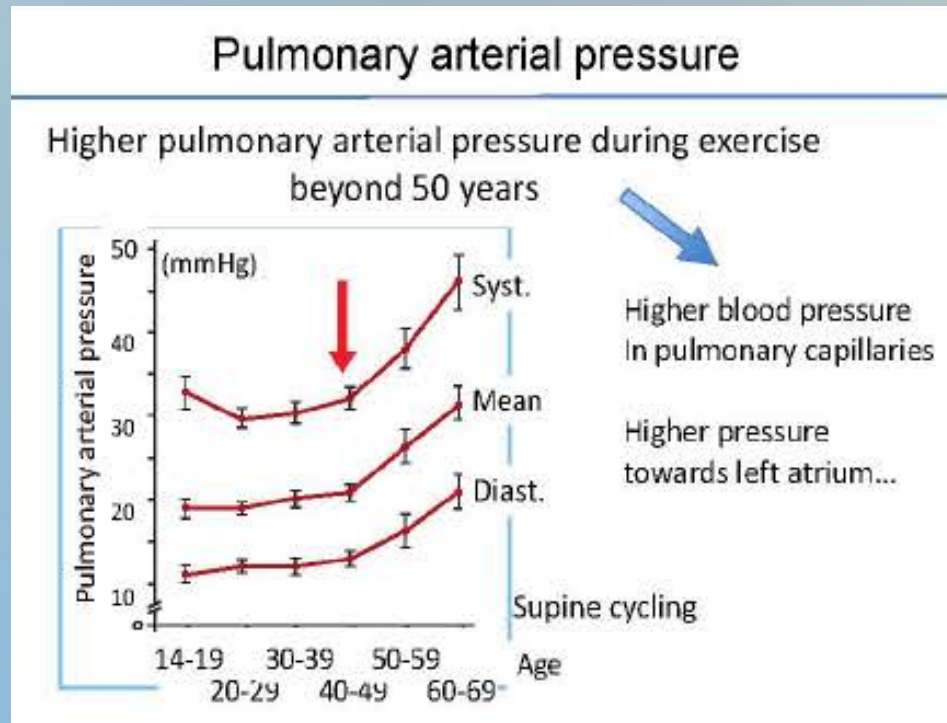
→ **KOST MEER ZUURSTOF**

WEEFSELVEROUDERING THV HDE SLAGADERS

- DE WAND VAN DE **SLAGADERS**

- ELASTINEVEZELS WORDEN VERVANGEN DOOR BINDWEEFSEL, VERDIKKING VAN DE WAND, SPIERVEZELTJES IN DE WAND WORDEN MINDER ELASTISCH → **STIJVERE SLAGADERS EN AFTERLOAD**
STIJGT
- VERSTORING VAN DE WERKING VAN HET ENDOTHEEL (= BINNENBEKLEDING BLOEDVATEN)
→ BOVENDRUK STIJGT – DE HOGERE DRUKGOLF GERAAKT OOK VERDER IN KWETSBARE WEEFSELS (HERSENEN, NIEREN, ...) → **SCHADE**

LONGDRUKKEN



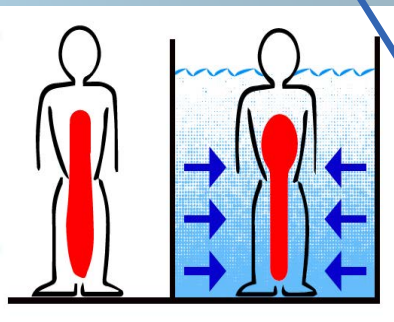
Vanaf 50j stijgen de drukken in de longslagaders bij inspanningen

→ Hogere drukken in de capillairen

→ Hogere drukken in de linker voorkamer

WAT GEBEURT ER TIJDENS HET DUIKEN ...

Blood-shift

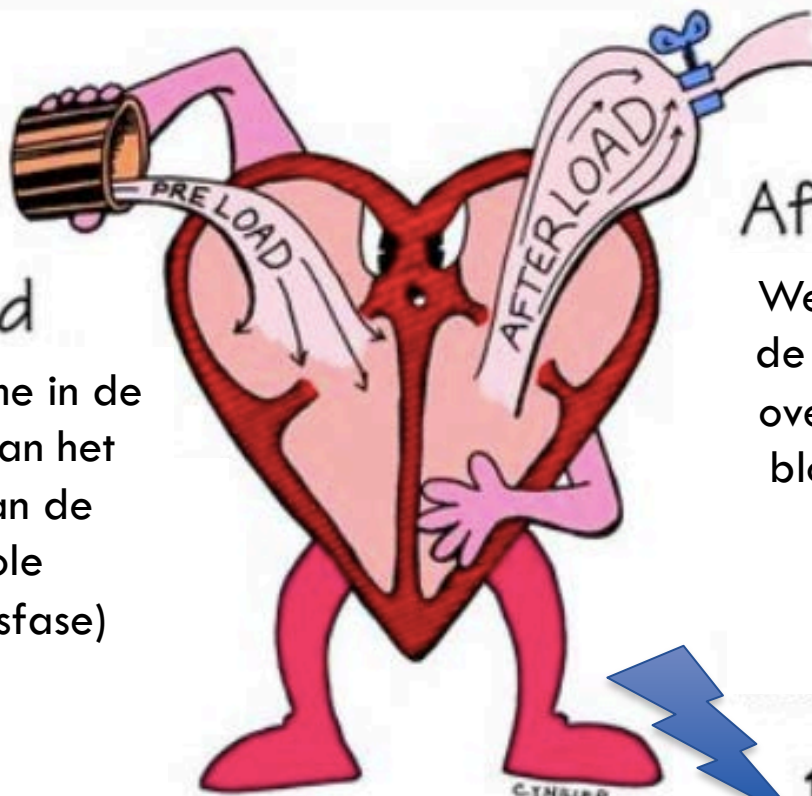


Preload stijgt op elke leeftijd bij immersie en bij duiken !!

The aging diver - Symposium Duikveiligheid 16 maart 2019

Preload

Bloedvolume in de kamers aan het einde van de diastole (=vullingsfase)



Afterload

Weerstand die de kamer moet overwinnen om bloed rond te pompen

↑ Afterload =
↑ hartbelasting

Activiteiten onder water: HF en BD lopen op

Longvaten zijn maximaal gevuld → drukken lopen overal op

→ Werkbelasting en zuurstofverbruik thv de hartspier ↑↑

WAT GEBEURT ER TIJDENS HET DUIKEN ...

- ONDER WATER: WERKBELASTING VOOR HET HART EN ZUURSTOFVERBRUIK THV HET HART LOPEN OP
- HET 'ENERGETISCH RENDEMENT' IS BIJ INSPANNINGEN EEN STUK LAGER
- ENDOTHEEL: VERLENGDE HYPEROXIE EN SHEER STRESS → ZUURSTOFRADICALEN → BEINVLOEDEN ENDOTHEELFUNCTIE (ONDERMEER MINDER UITZETTING VAN DE BLOEDVATEN)

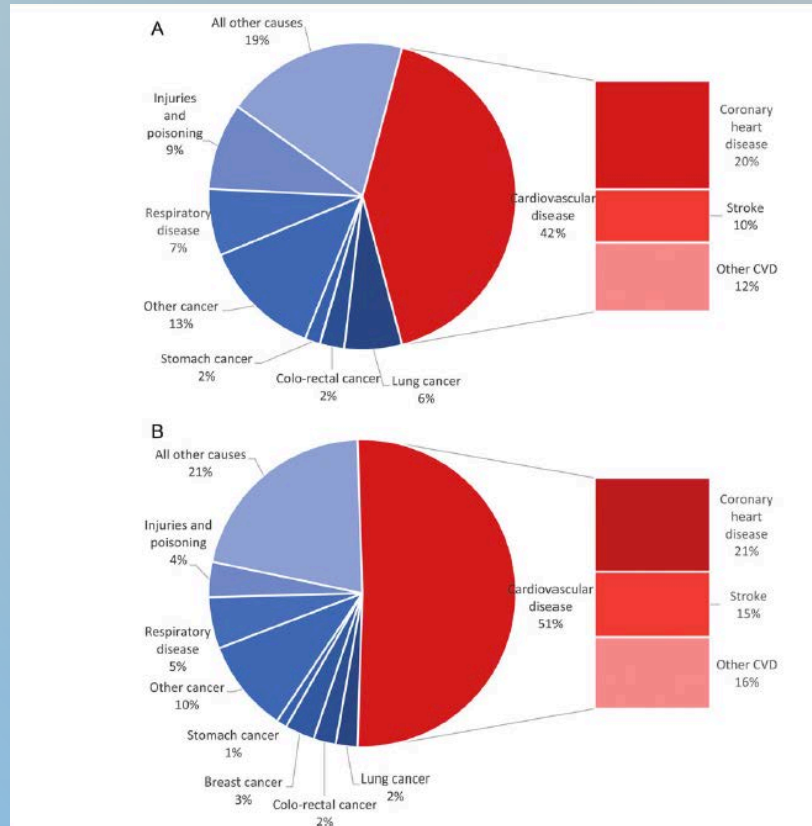
VEROUDERING = AFNAME VAN DE AANPASSINGSMOGELIJKHEDEN VOOR DE DUIKGEBONDEN
UITDAGINGEN EN BEPERKINGEN

VEROUDERINGSPROCES = INTERACTIE VAN VERSCHILLENDE FACTOREN ...



HART- EN VAATAANDOENINGEN

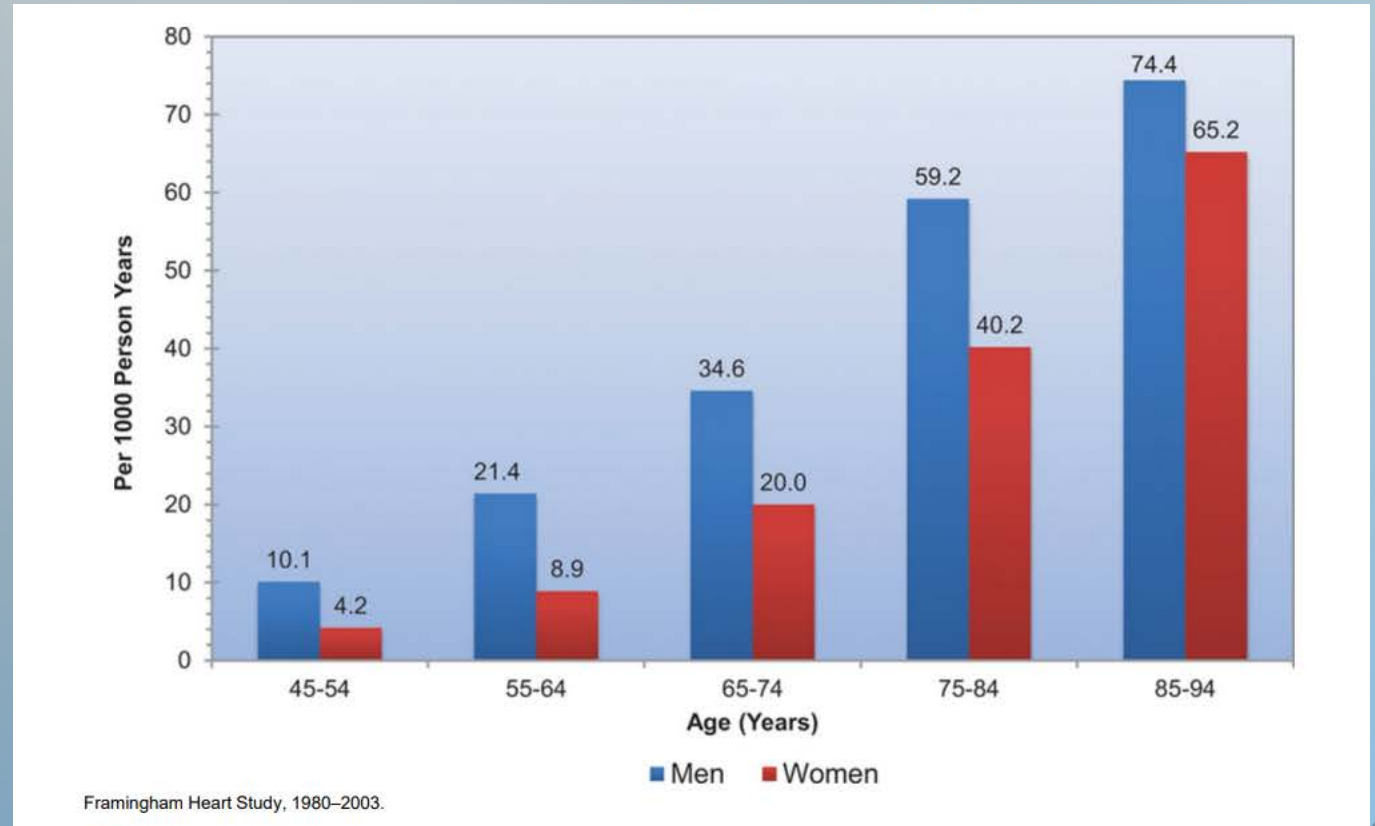
Oorzaken van overlijden volgens geslacht (Europa)



Nichols M, et al. Eur Heart J 2014; 35: 2950-2959

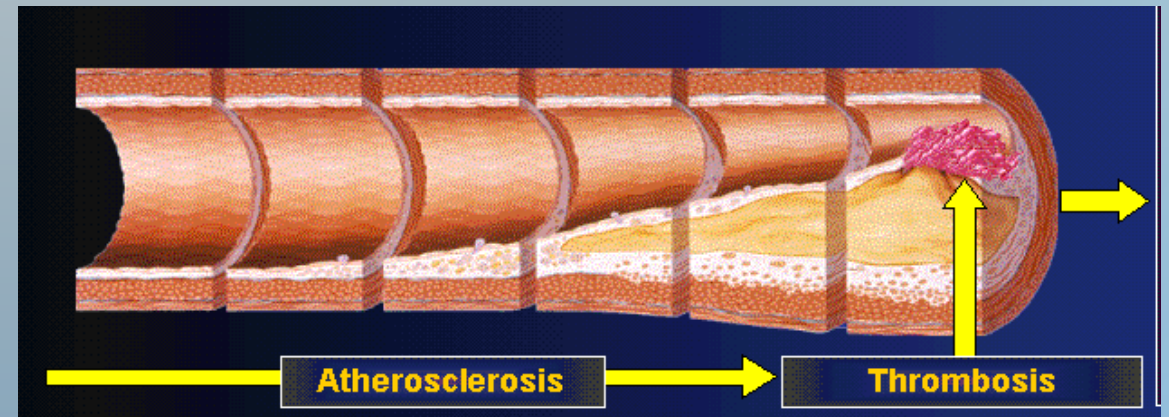
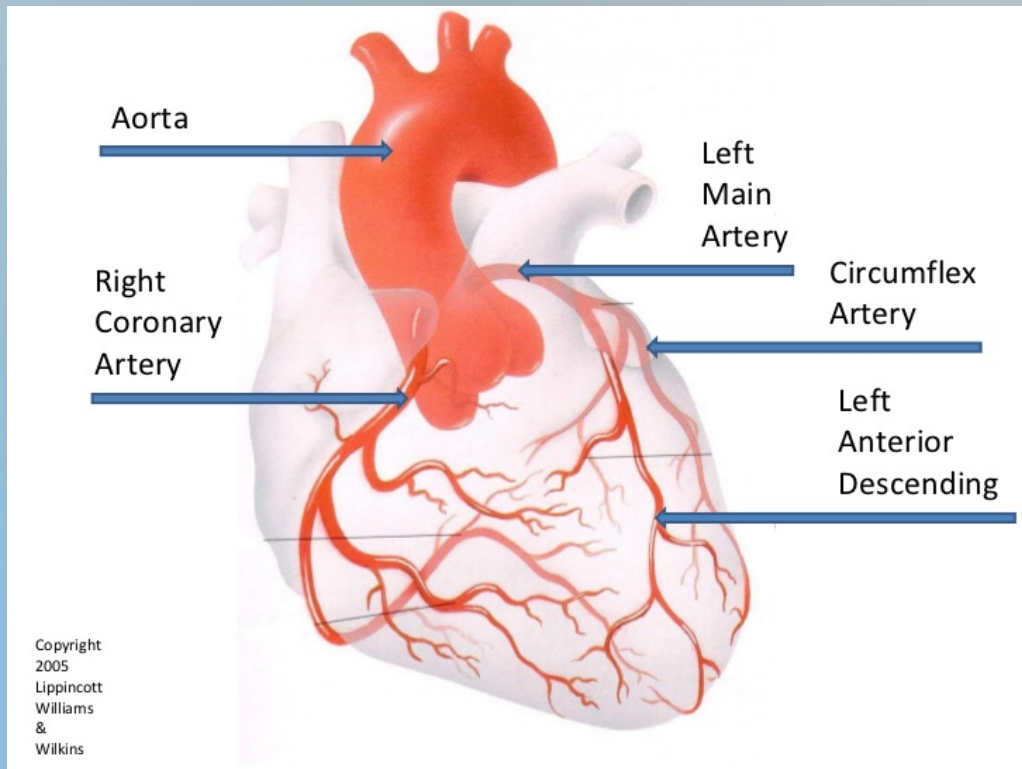
The aging diver - Symposium Duikveiligheid 16 maart 2019

Voorkomen van hart- en vaatziekten volgens leeftijd en geslacht



Mozaffarian D et al. Circulation 2015;131:e29-e322

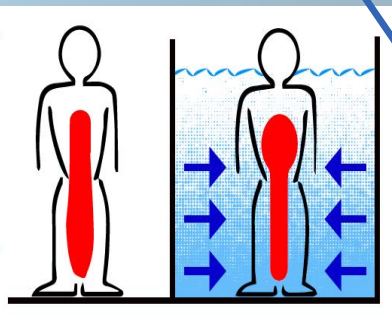
SLAGADERVERNAUWINGEN



Afsluiting of vernauwing → zuurstoftekort

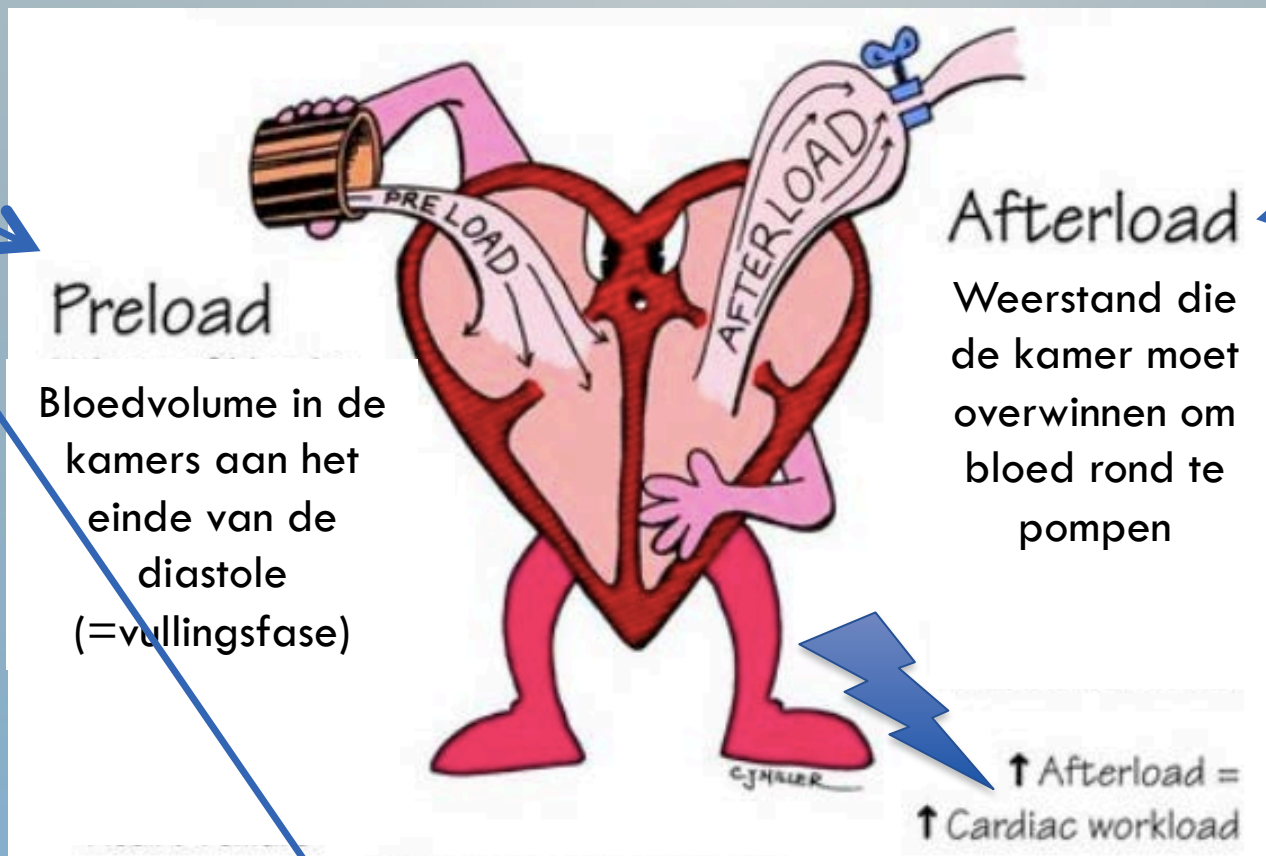
WAT GEBEURT ER TIJDENS HET DUIKEN ...

Blood-shift



Preload stijgt op elke leeftijd bij immersie en bij duiken !!

The aging diver - Symposium Duikveiligheid 16 maart 2019



Preload

Bloedvolume in de kamers aan het einde van de diastole (=vullingsfase)

Afterload

Weerstand die de kamer moet overwinnen om bloed rond te pompen

↑ Afterload =
↑ Cardiac workload

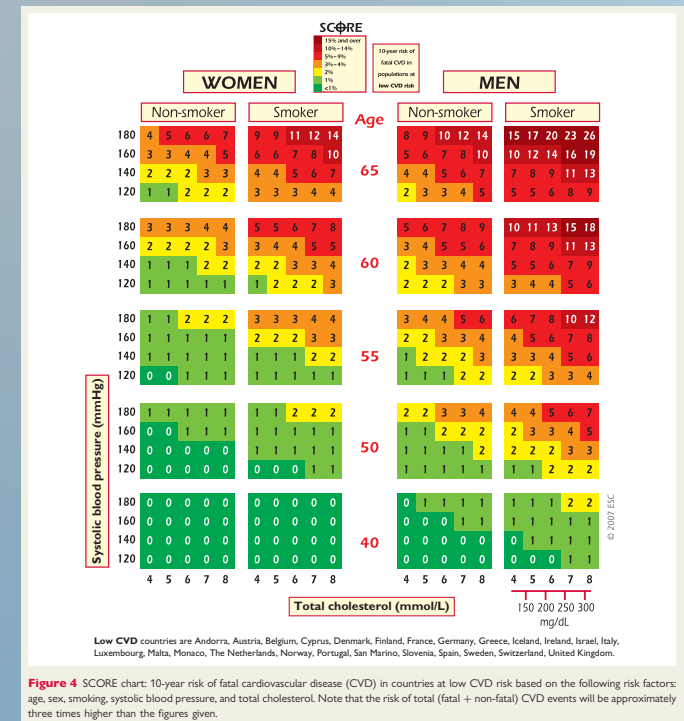
Activiteiten onder water: HF en BD lopen op

Longvaten zijn maximaal gevuld → drukken lopen overal op

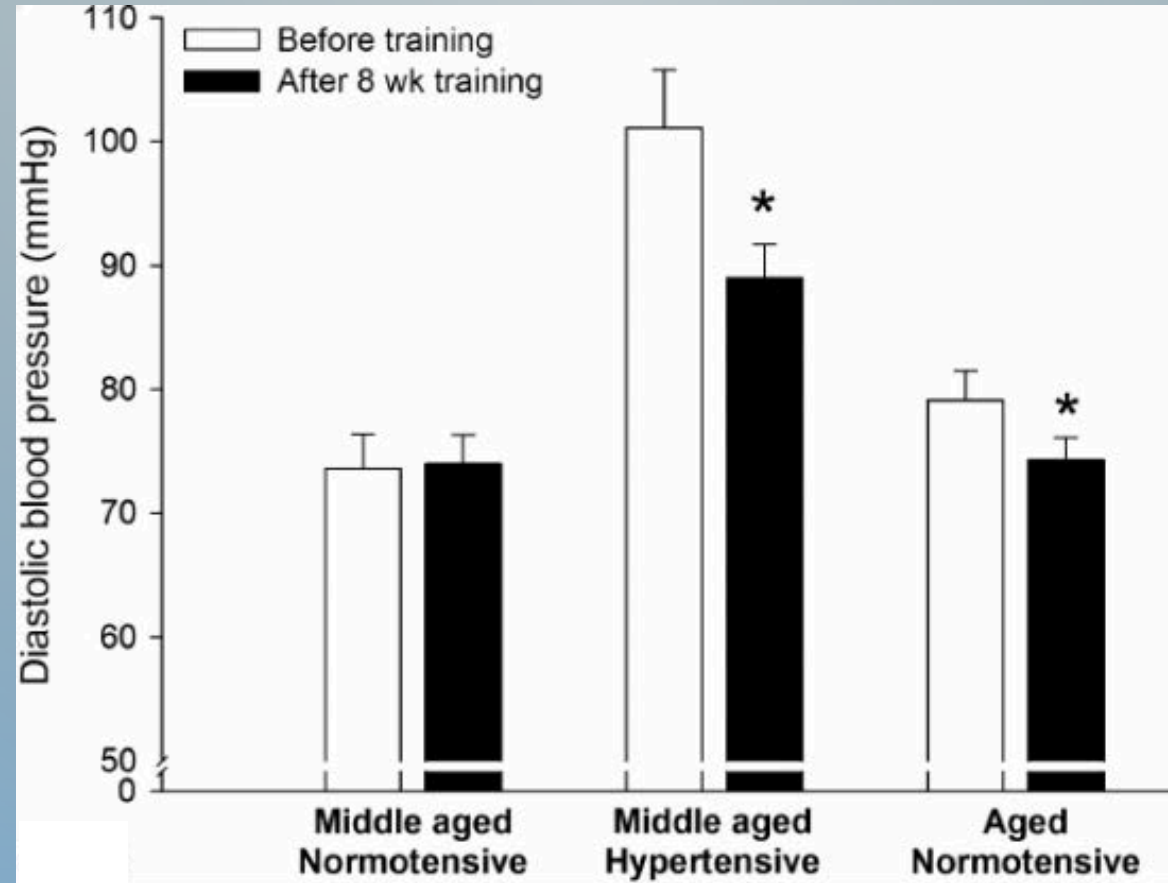
→ Werkbelasting en zuurstofverbruik thv de hartspeer ↑↑

THINGS TO DO

- GEZONDE LEVENSTIJL
- LICHAAMSBEWEGING → VEROUDERING 'AFREMMEN'
- BESCHERMEND EFFECT VAN DUIKEN ?
- CORRECT SCREENEN
- CORRECT ADVIES NA ZIEKTE



EFFECT VAN TRAINING OP DE BLOEDDRUK



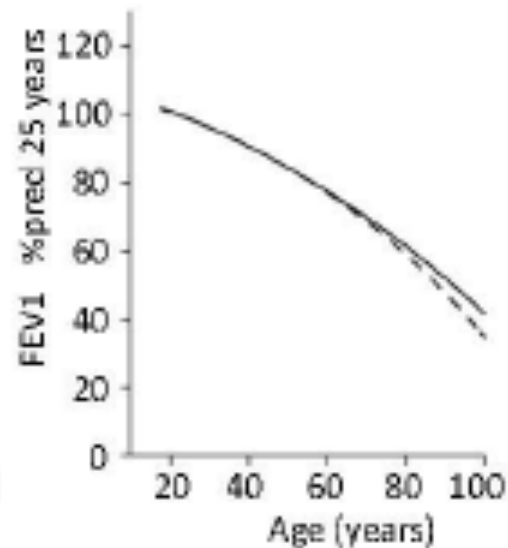
Nyberg et al. 2012;

VEROUDERING VAN DE LUCHTWEGEN

DR. CATHERINE DE MAEYER

NOG MEER SLECHT NIEUWS ...

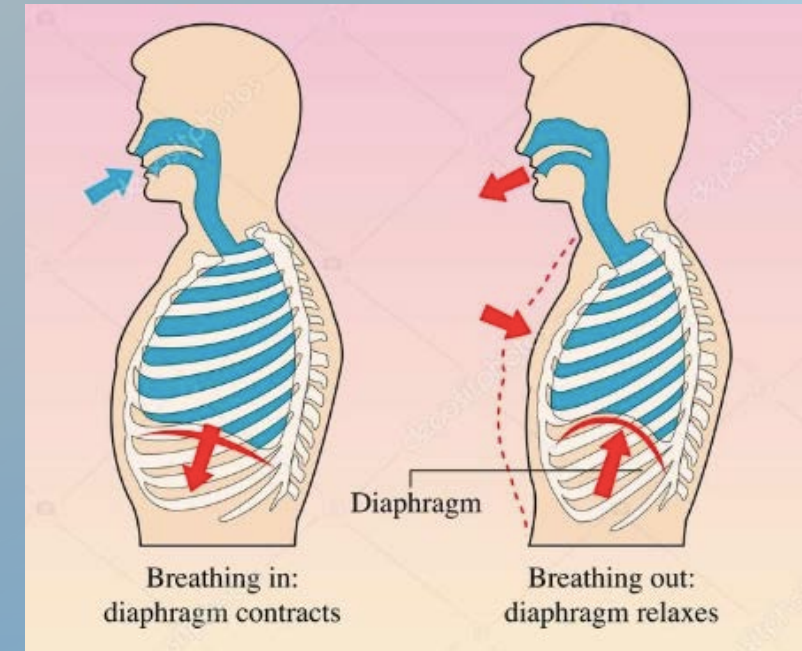
Niet alleen de $VO_2\text{max}$,
maar ook vb. de FEV1-
waarde neemt af met de
leeftijd



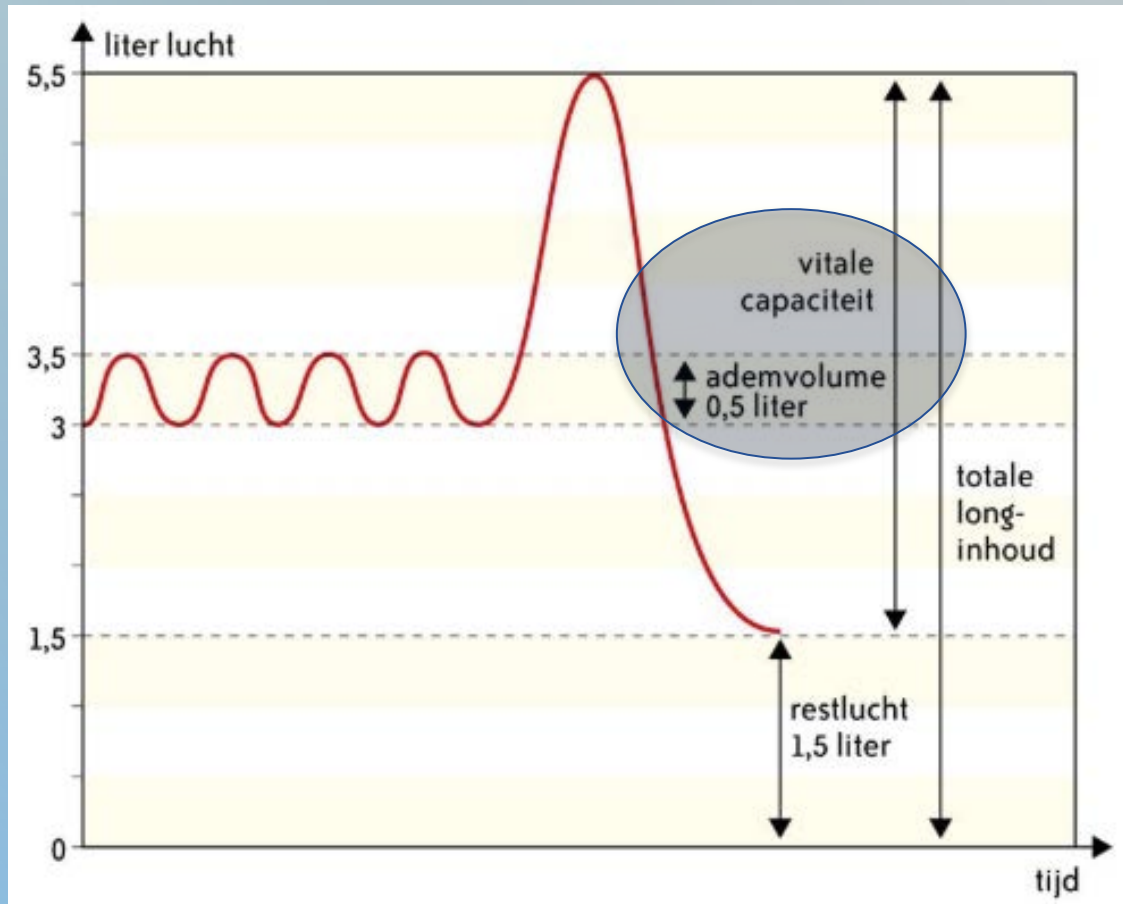
HOE KOMT DIT ?

- AFNAME VAN DE LONG-ELASTICITEIT
- TOENEMENDE STIJFHEID VAN DE BORSTKASWAND
- AFNAME VAN DE KRACHT IN DE ADEMHALINGSSPIEREN

FEV1-waarde geeft info over de
doorgankelijkheid van de luchtwegen



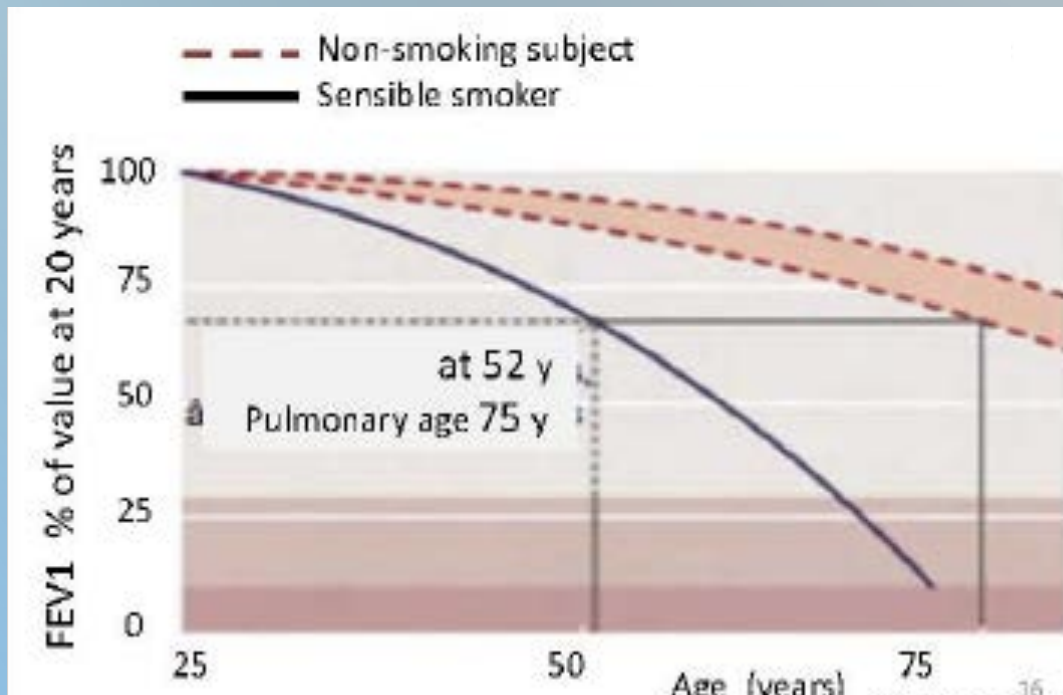
OPFRISSING: LONGVOLUMES



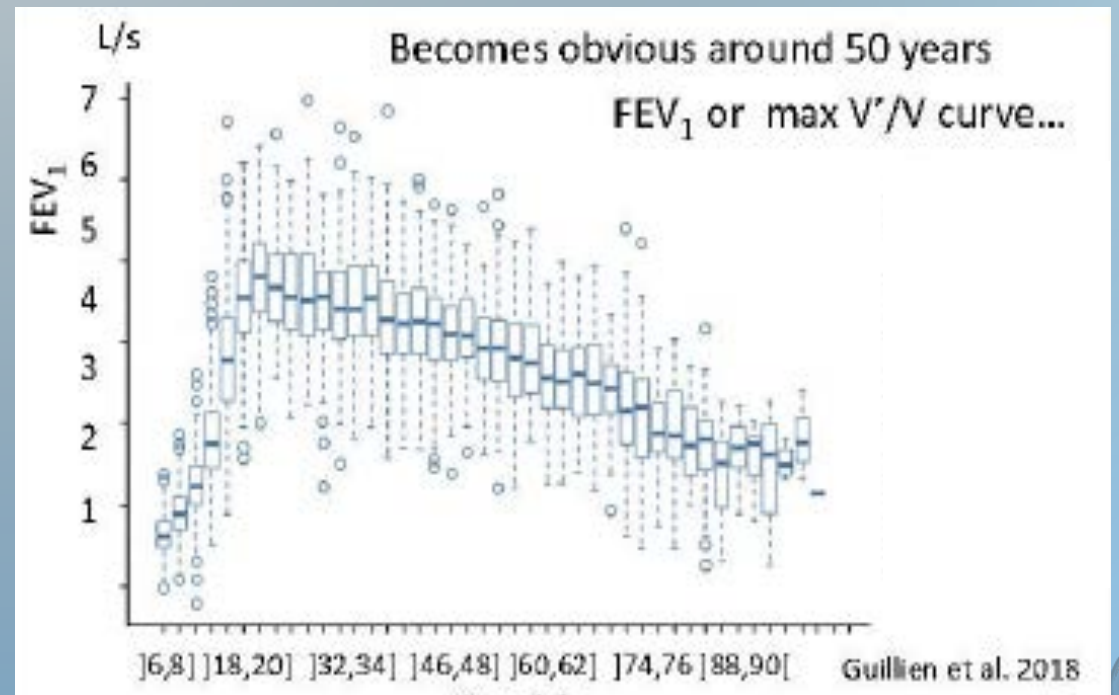
Dode ruimte: deel van het ademvolume dat niet deelneemt aan de gastuitwisseling
(= toevoerende luchtwegen en longblaasjes waar weinig perfusie is)

OOK HIER SPELEN OMGEVINGSFACTOREN EN LEVENSTIJL EEN ROL

Normale veroudering wordt beïnvloed door (chronische) gebeurtenissen

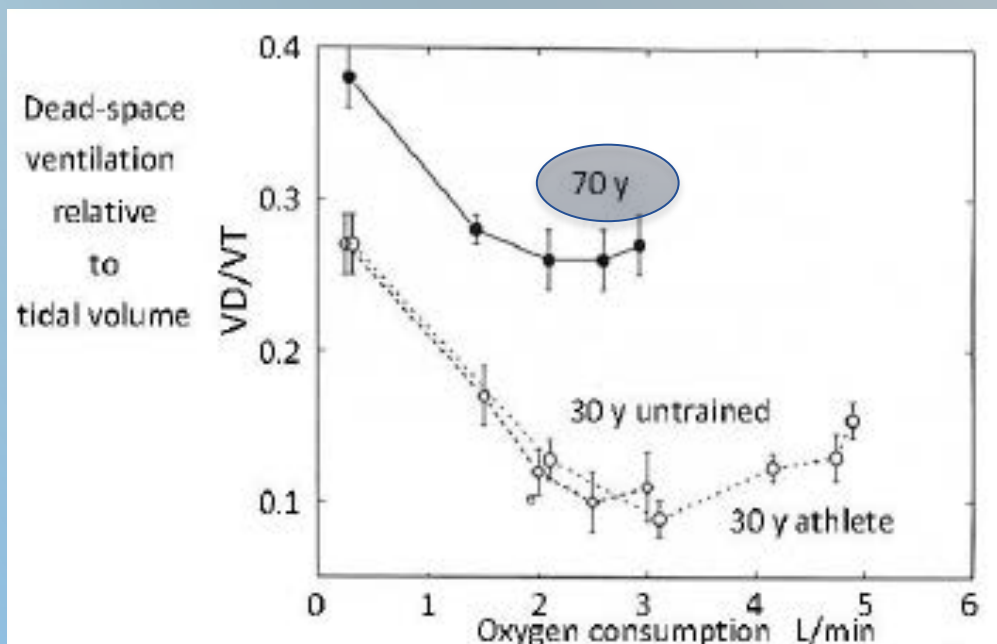


FEV1-daling start vanaf $> 30j$

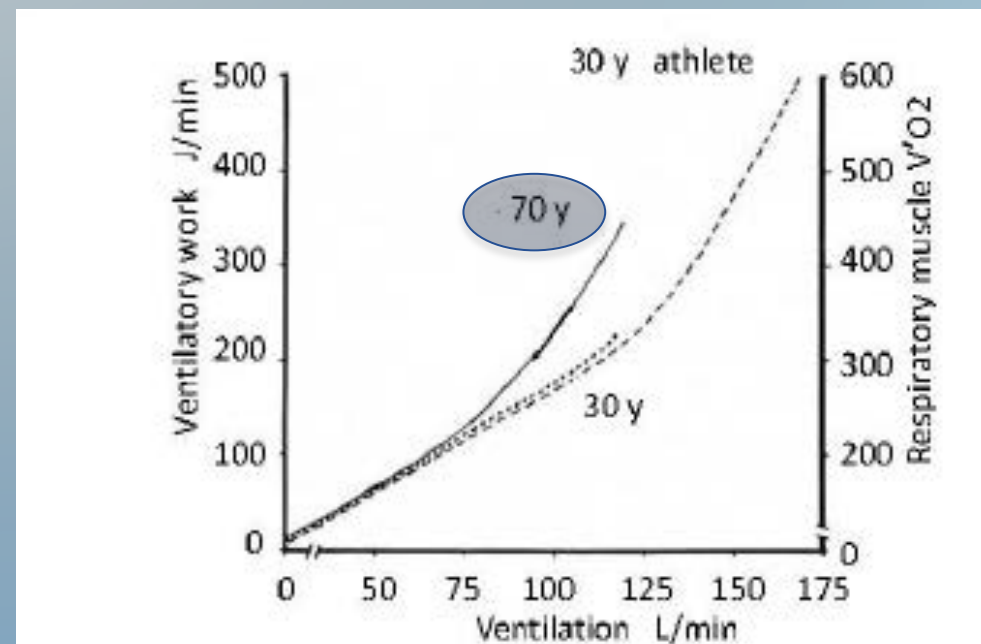


EN WAT BIJ INSPANNING ? (CFR. SITUATIE ONDER WATER)

Oudere personen: minder ademhalings efficiëntie



Oudere personen: meer ademhalingsarbeid



Johnson BD. Clin Chest Med 1994

DUS ...

- VEROUDERING LEIDT TOT

- MEER ENERGIE NODIG VOOR BEPAALDE ADEMARBEID (MEER WEERSTAND THV LUCHTWEGEN, STIJVERE BORSTKAS)
- ADEMHALINGSSPIEREN WORDEN SNELLER VERMOEID
- MEER DODE RUIMTE VENTILATIE BIJ INSPANNING
 - MINDER EFFICIENTE ADEMHALING
 - ADEMARBEID NEEMT SNELLER TOE BIJ BELASTING

- TIJDENS DUIKEN:

- BLOODSHIFT → ALVEOLI 'PLAT GEDUWD' → GAS TRAPPING EN NOG MINDER EFFICIËNTIE
- INSPIRATIE VAN GASSEN ONDER DRUK = HARD WERKEN
- ADEMARBEID LOOPT ZEER SNEL OP → RECREATIEF DUIKEN: 'VRIJ ZWARE' INSPANNING

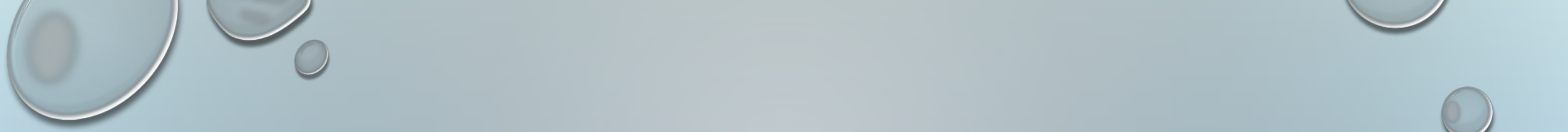
BESLUITEND

- VEROUDERING IS EEN SAMENSPEL VAN 3 COMPONENTEN:
 - 'GENETISCHE' VEROUDERING (DNA)
 - LEVENSTIJL / OMGEVINGSFACTOREN
 - ZIEKTE
- STREVEN NAAR MAXIMAAL BEPERKEN VAN BEÏNVLOEDBARE FACTOREN
- REKENING HOUDEN MET VEROUDERING BIJ DUIKTECHNIEK – PROFIEL – KEURING EN ADVIES
- BESCHERMEND EFFECT VAN REGELMATIG DUIKEN ?

De ouder wordende duiker

Herman VAN BOGAERT
Met dank aan Nico Schellaert





VEROUDERINGSPROCES

TOPICS

- CENTRAAL ZENUWSTELSEL
 - ZINTUIGEN
 - INVLOED OP HET ONTSTAAN VAN DUIKONGEVALLEN
- 

Algemeen

Duiken veroorzaakt fysieke en mentale vermoeidheid, te wijten aan een verhoogd cortisol gehalte

Meer uitgesproken bij de oudere duiker

Pourhashemi. Asian J Sports Med. 2016

Invloed van leeftijd op biometrie

Veranderingen/decade (VS populatie):

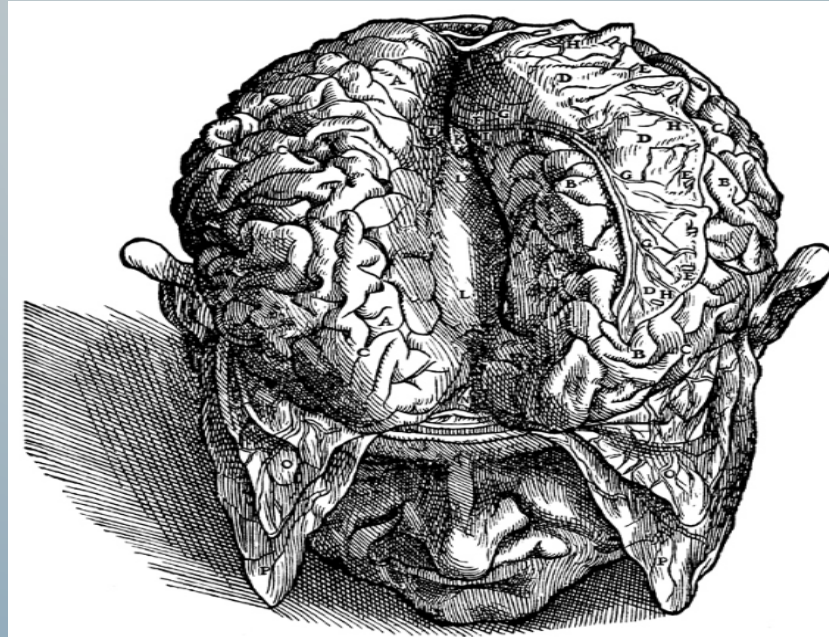
- Gewicht + 8%
- Vetvrije massa: + 3%
- Vetmassa: + 33%

Enkel intensieve duursport kan stijging vetmassa beperken (Droyvold et al.* 2004).

Zonder duursport : BMI > 25 (=overgewicht) onvermijdbaar!

ASEM, 1989;60:1070, Clin Sci 1985;69:197, Circulation 2001;18:1350

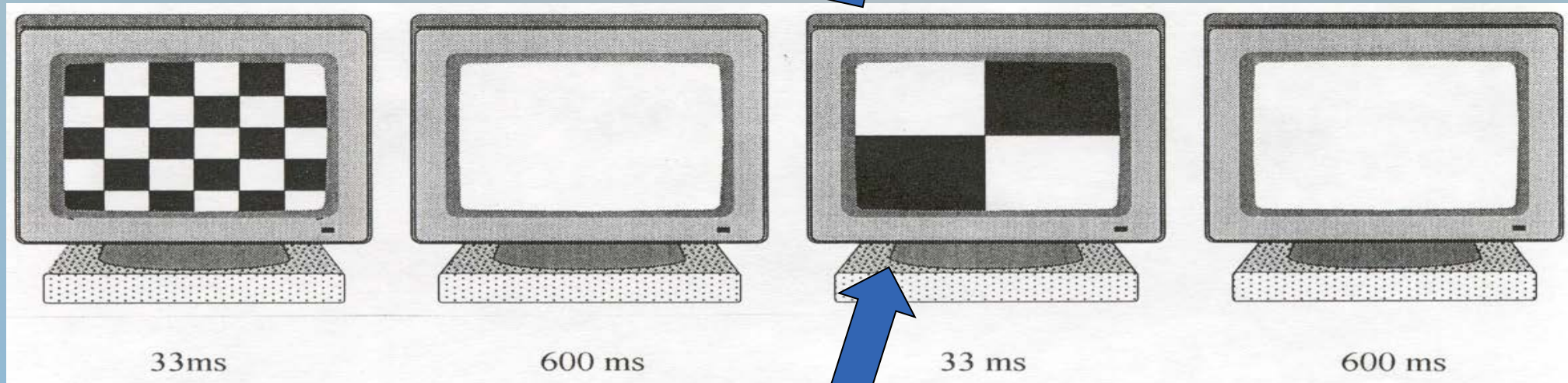
Centraal zenuwstelsel



Vesalius

DIAGNOSTIC “TOOL” FOR THE **SENSORY-COGNITIVE** SYSTEM:

VISUAL ODD BALL STIMULUS
EXAMINES ATTENTION & WORKING MEMORY

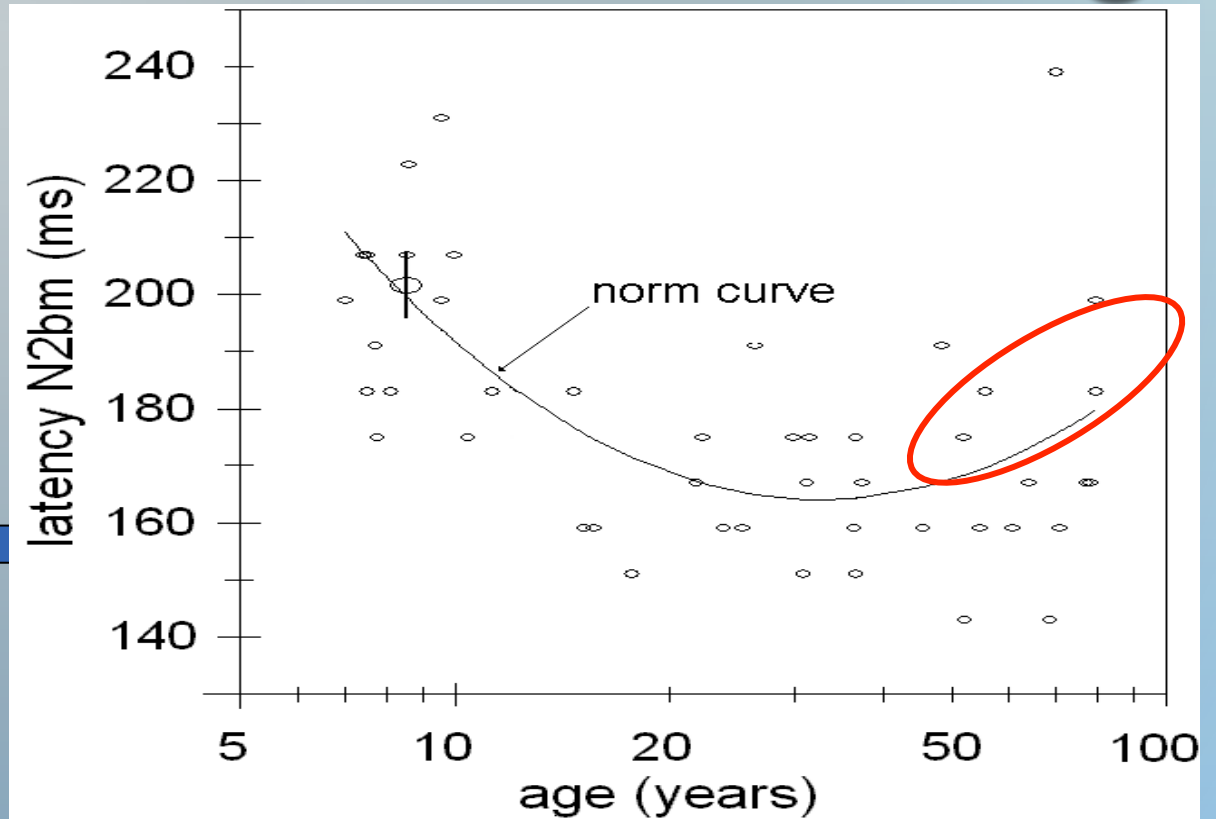
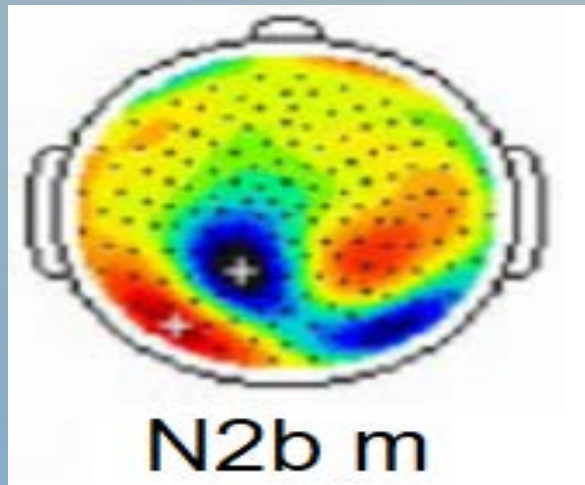


Coarse checkerboard is randomly presented in sequence of fine boards with change of 1 to 6.
Coarse boards are silently counted.

Fysiologie van de hersenen

Antwoord op bewegende
schaakborden
160 channel MEG map
(magneto-encephalography)

n=82



40 → 70 y ca. 7% trager

verwerking trager (latencies) → **tijd psychometrisch antwoord** ↑

Veroudering en het cognitief functioneren

Afname van

1. Werk-en kort geheugen
2. Multi-tasking
3. Fijne motoriek
4. Waakzaamheid en concentratie vermogen
5. Orientatievermogen
6. Analyse- en oplossingsvermogen

Routine handelingen en complexe beslissingen worden minder evident!

***ALLES VRAAGT MEER TIJD EN WORDT MINDER PRECIES
UITGEVOERD***

Gevolgen voor de oudere duiker

Details van briefing gemakkelijker vergeten (duik veiligheid!)

Gedaalde waakzaamheid en orientatiezin : duiken in ideale omstandigheden aangewezen

- Water temperatuur > 15 °C (koude geeft daling cognitie)
- Zichtbaarheid > 5 m (orientatie)
- Stroming > afwezig (vermoeidheid denken)
- Deining, zeevang vermoeidheid



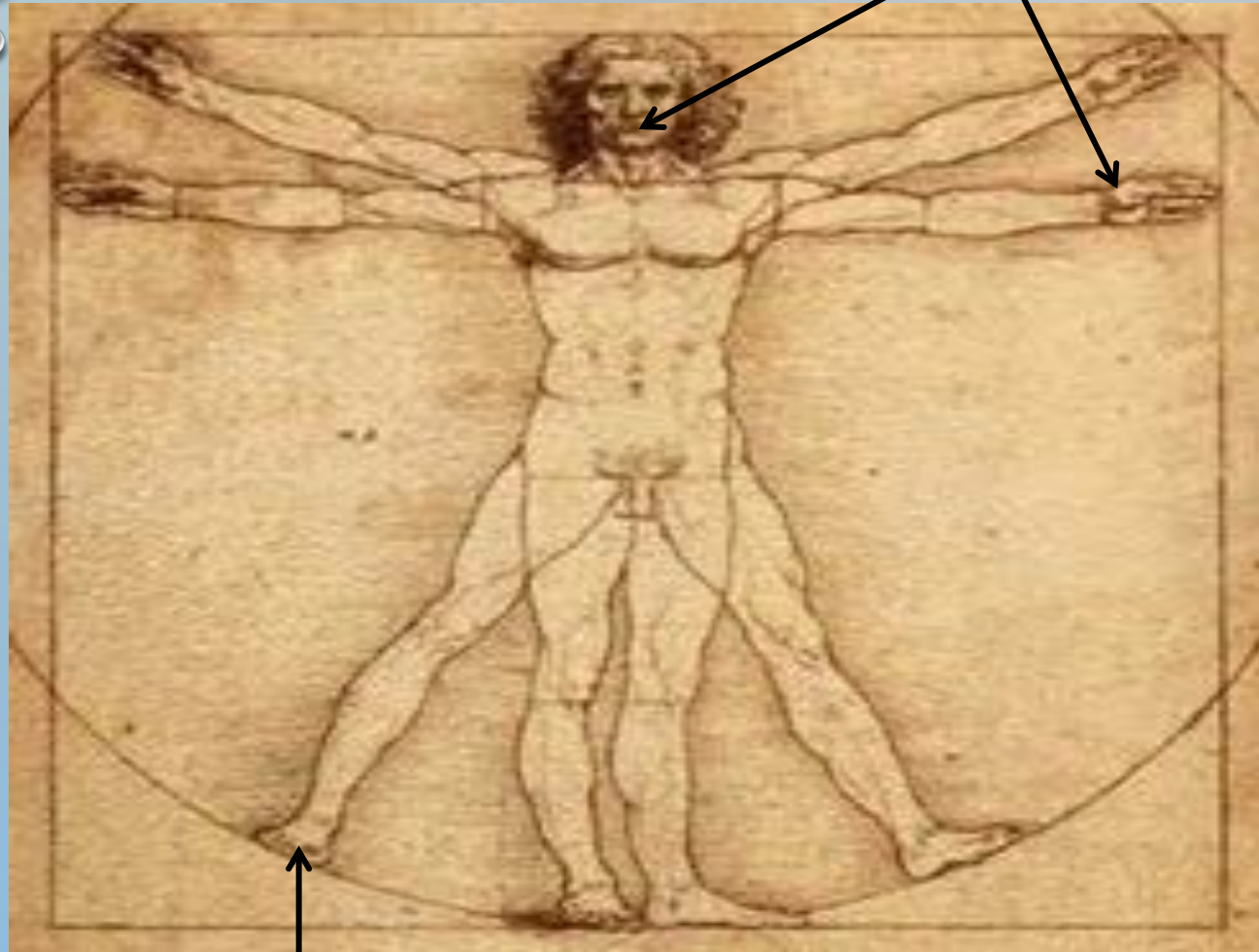
Hoe vertragen we het verouderingsproces van de hersenen?

Niet door op je stoel te blijven zitten!

Door te wandelen, joggen, fietsen, zwemmen....

Hierbij gebruik je je hele brein!





proprioceptie

tastzin



zicht

geur

evenwicht

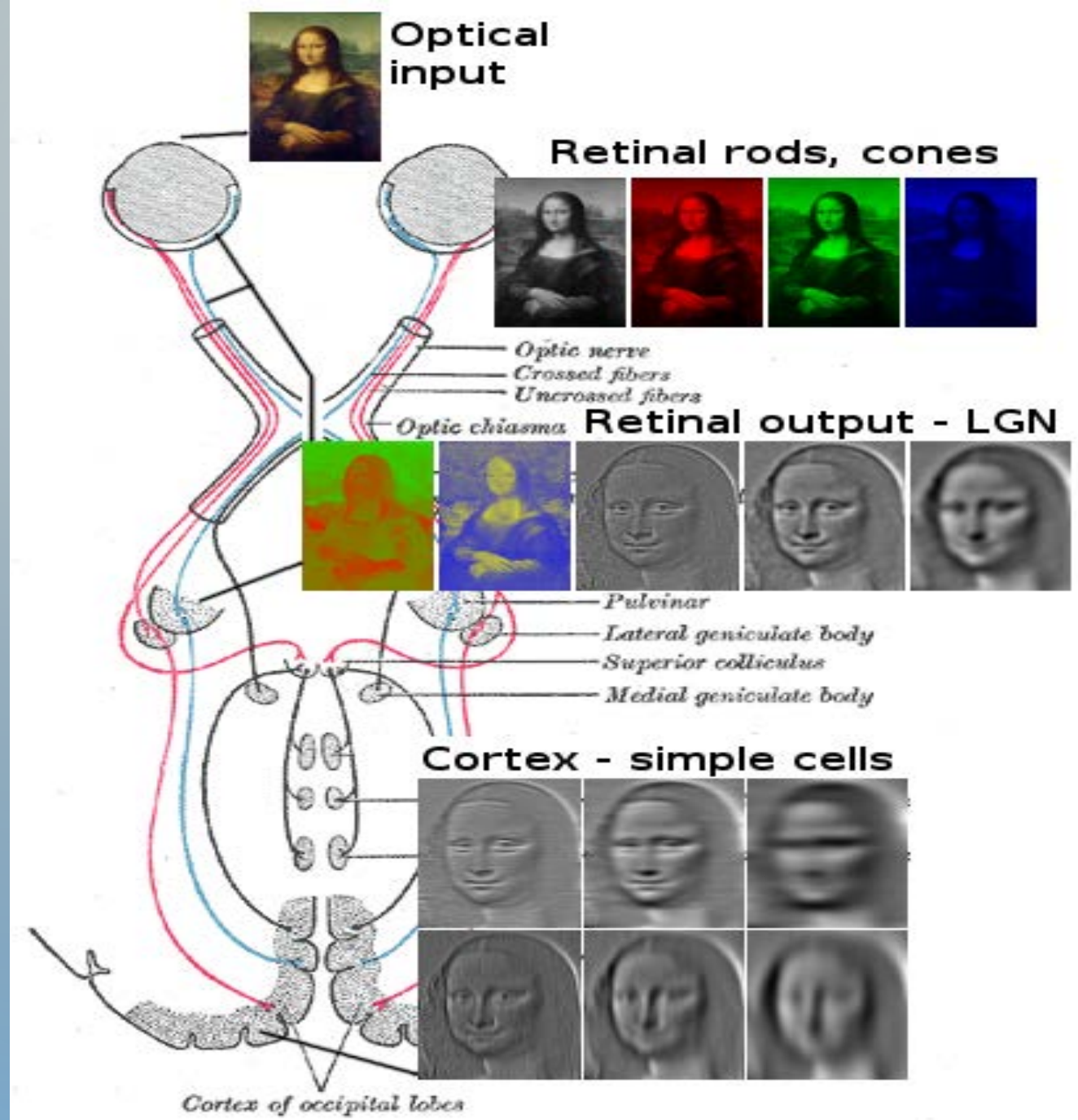
gehoor

smaak

Pijn- en temperatuur gevoel

Het visueel systeem

Verschillende aspecten van de visus worden verwerkt in een grote hoeveelheid speciale hersen kernen en neuronen



ALLE visus parameters nemen af met de leeftijd

Van 40 tot 70 jaar

- Scherpte: bijna gehalveerd
- Statisch contrast gevoeligheid: $1/3$
- Kleur contrast: 25-40% minder
- Helderheid in temporaal gebied: bijna gehalveerd
- Waarneming van beweging:
 - Snelle bewegingen: factor 3
 - Trage bewegingen: factor 2

Schemer-nachtzicht

Ouder worden

Nachtzicht neemt af (10 – 300 x minder gevoelig)

Aanpassing aan duister gebeurt trager:

schemer: 30% trager

donker: >30% trager

Bij heel weinig licht is de oudere duiker blind!

Conclusie

> 70 jaar best geen nacht duiken

Ook omdat de gezichtsscherpte, het dieptezicht, het contrast gedaald is.

NB wanneer ook het perifeer zichtveld aangetast: beter ook geen schemerduiken

Gehoor

Wat horen we onder water?

Geluiden:

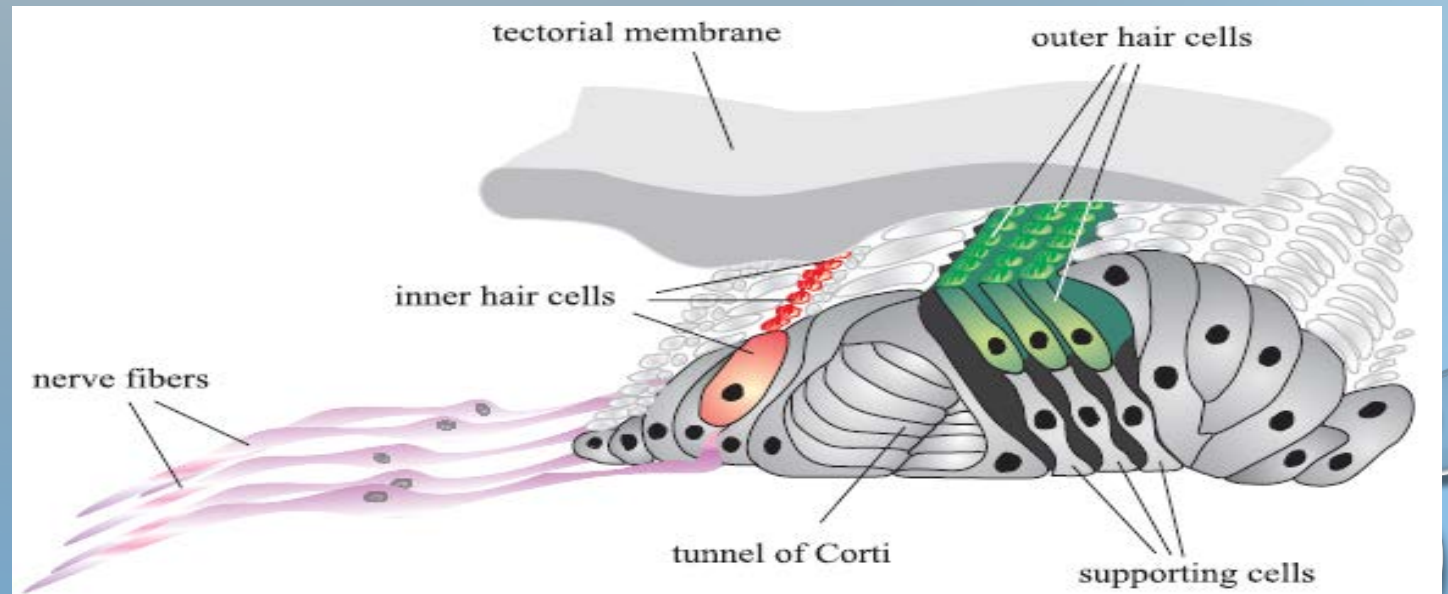
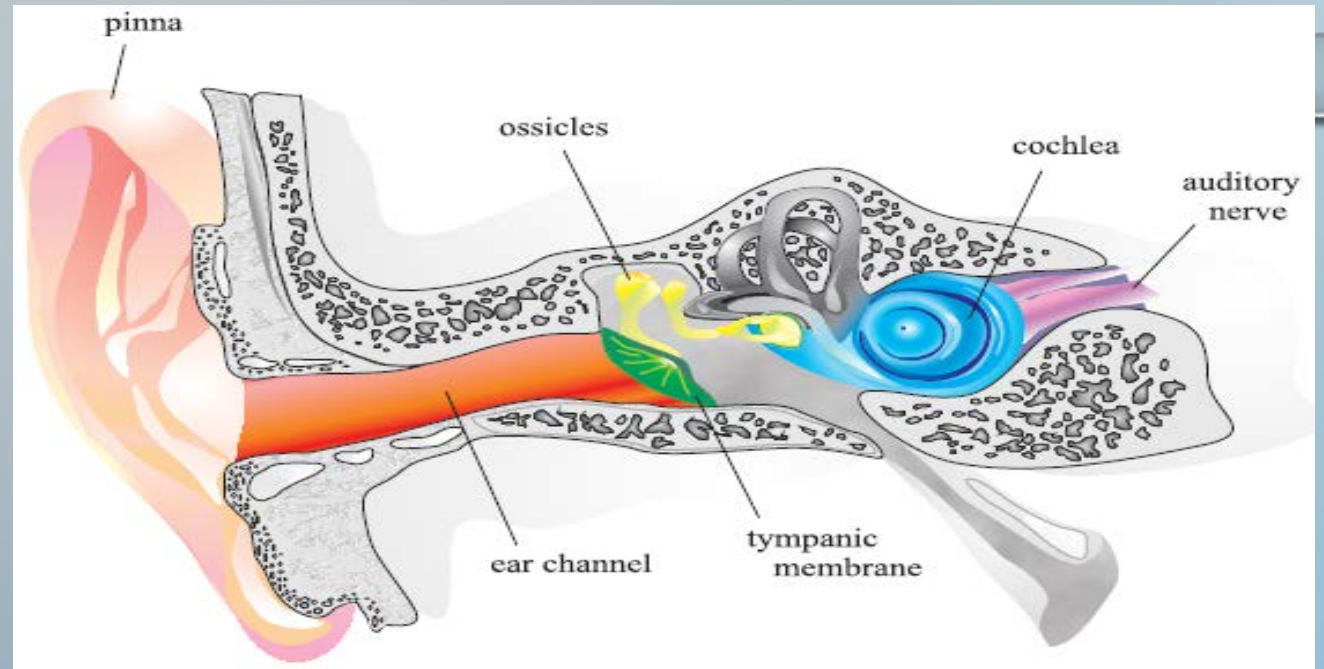
Fauna (zwak)

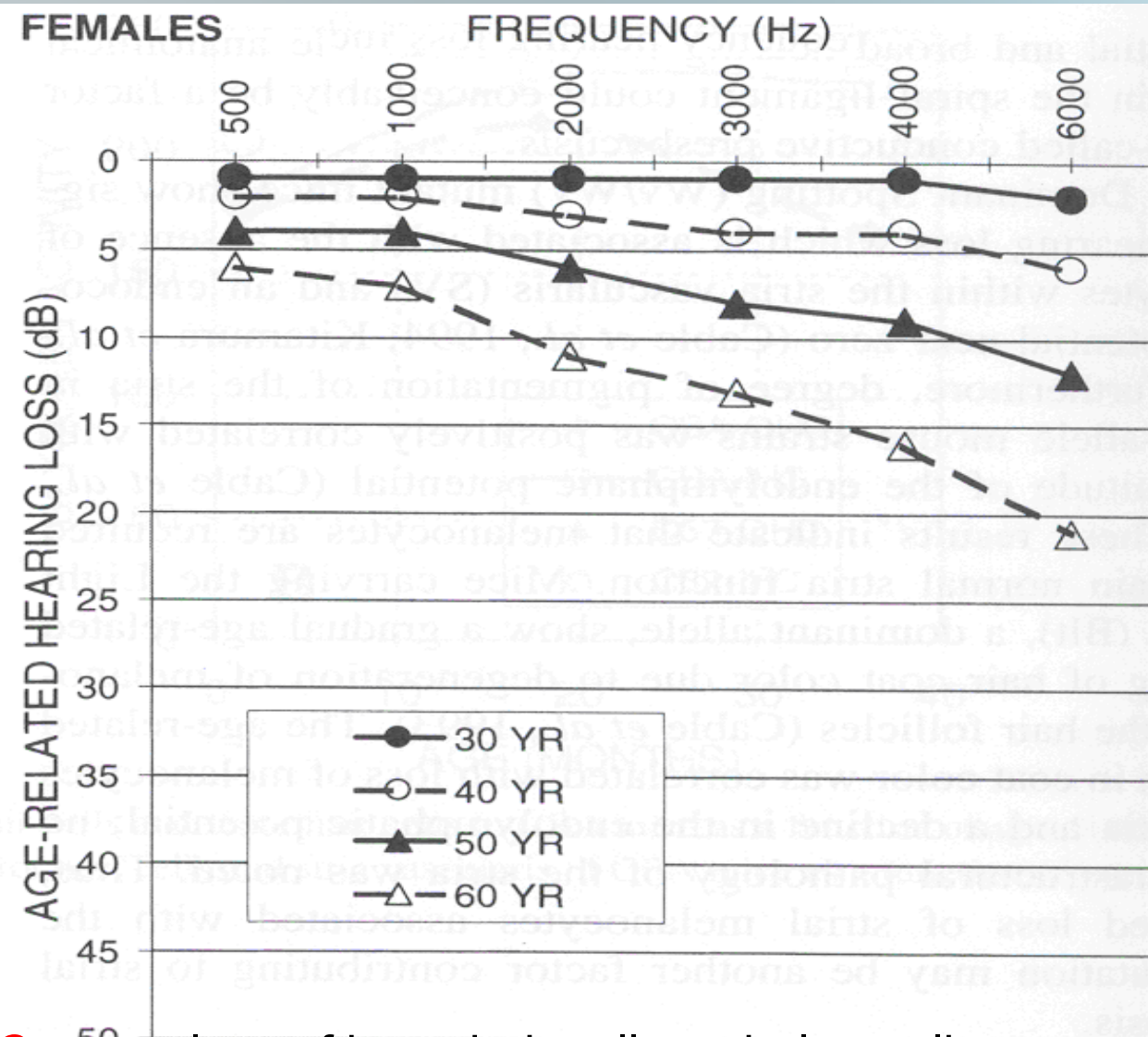
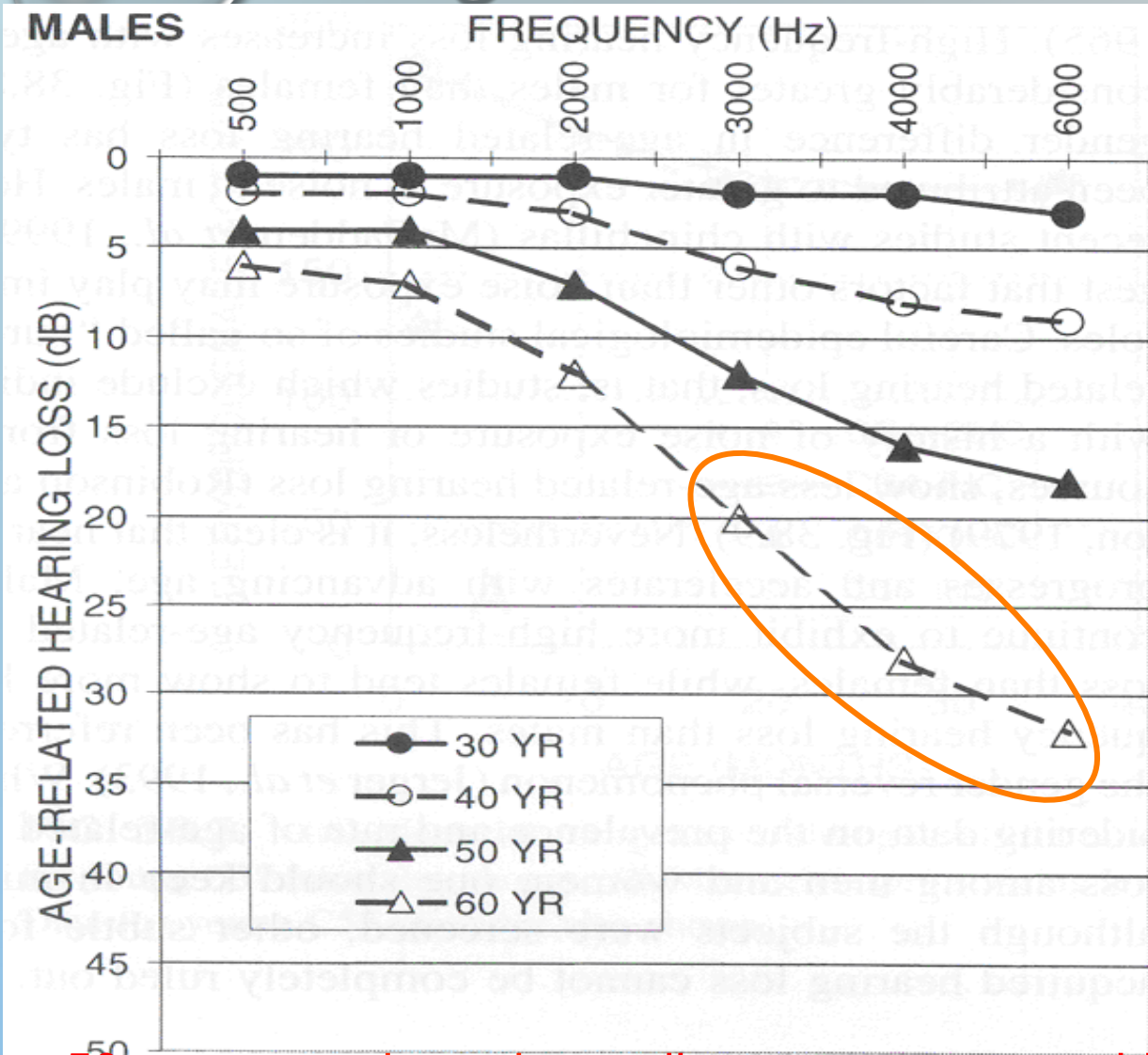
Ademautomaat (middelmatig)

Werktuigen (sterk, schade?)

Zee (branding)

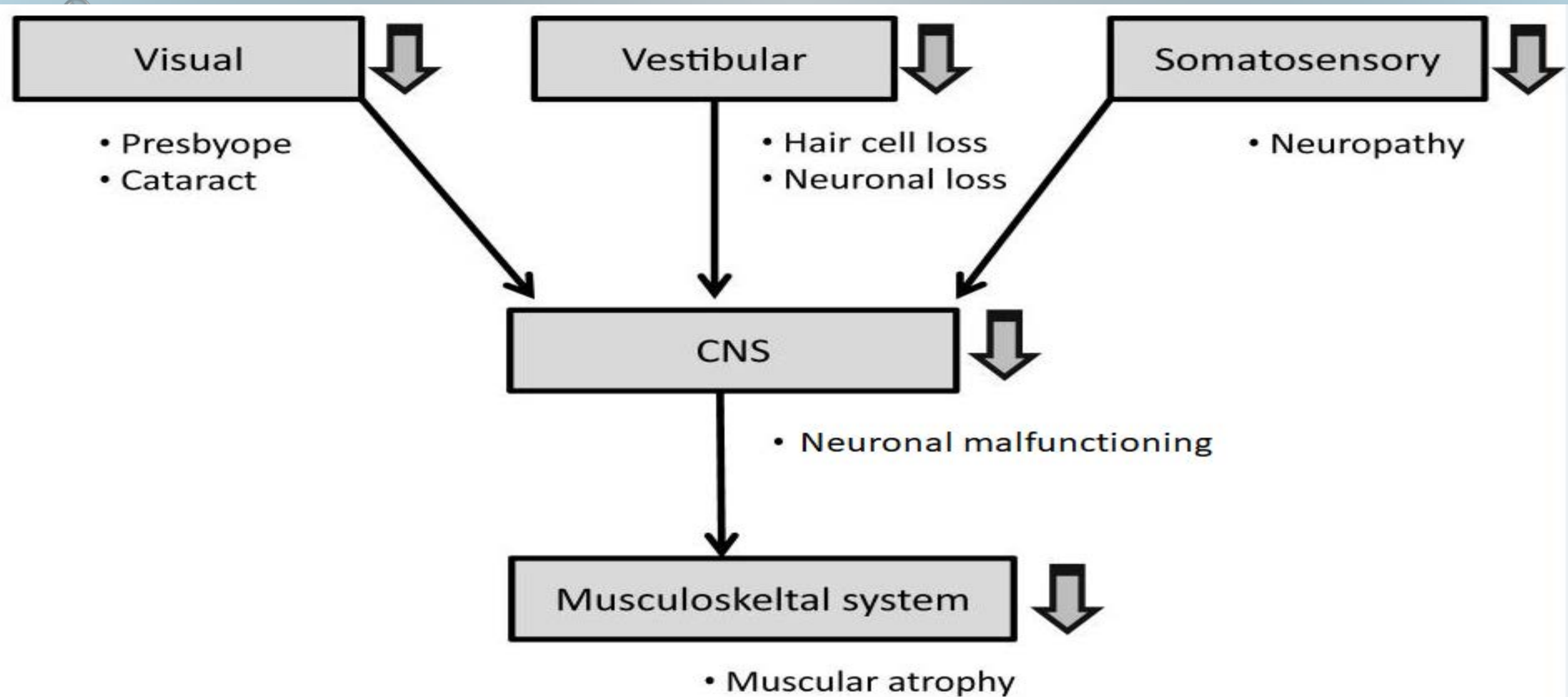
Schepen!!





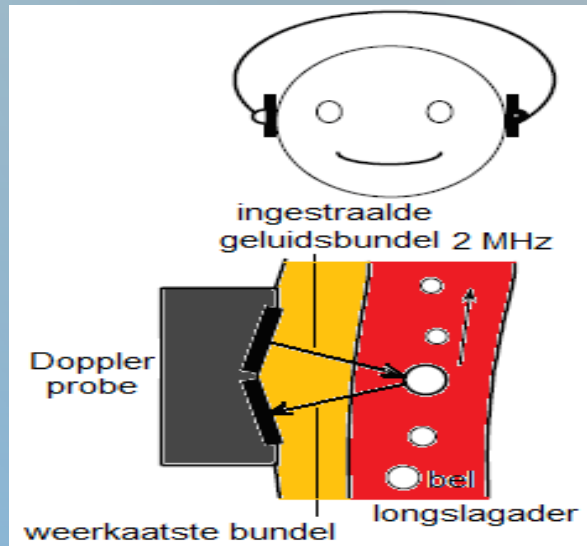
> 50 years: presbycusis, audiogram worsens rapidly. Causes: loss of inner hair cells, spiral ganglion neurons (SGNs), medial olivocochlear efferent innervation and outer hair cells. Perez P & Boia J. [Aging Dis](#). 2011;2:231–241.

Evenwicht: binnenoor & proprioceptie

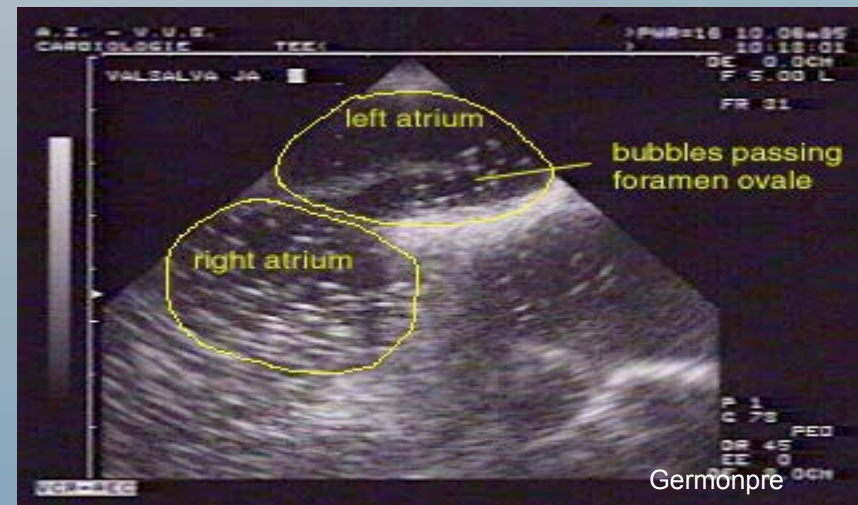


Leeftijd en decompressieaandoeningen

Precordial Doppler Bubble Detector

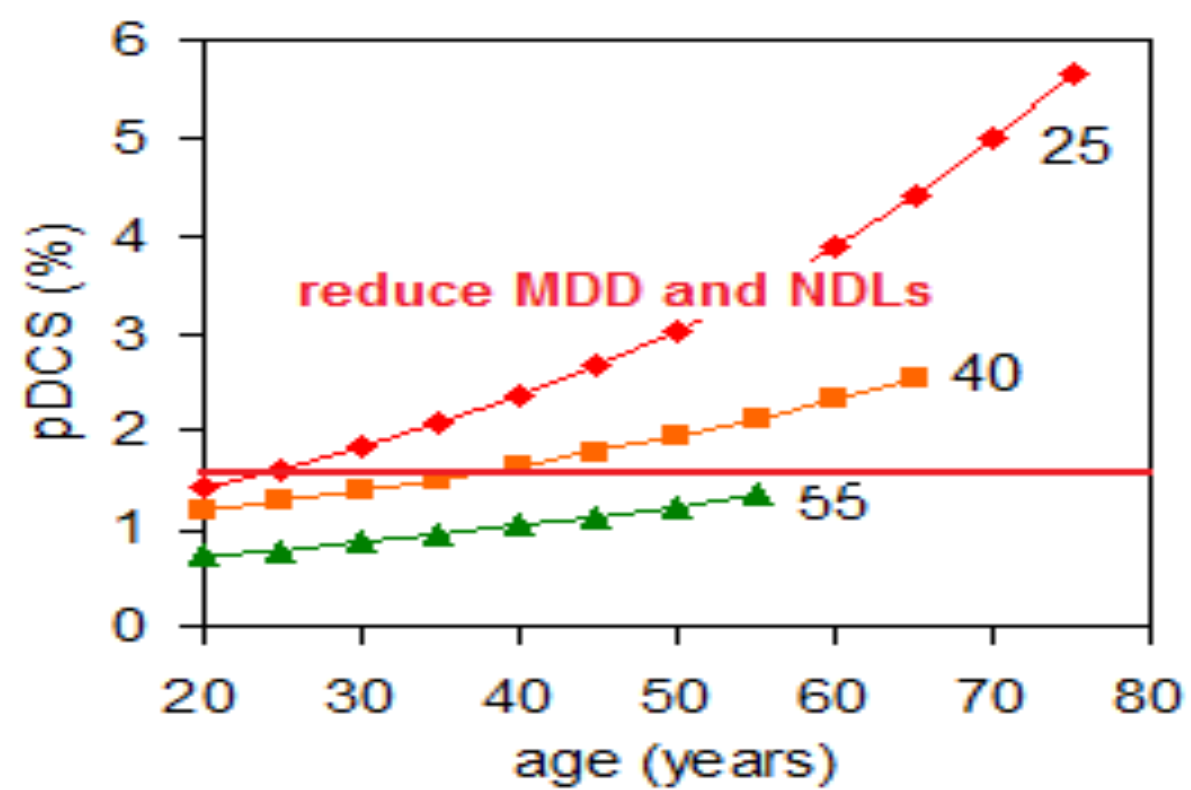
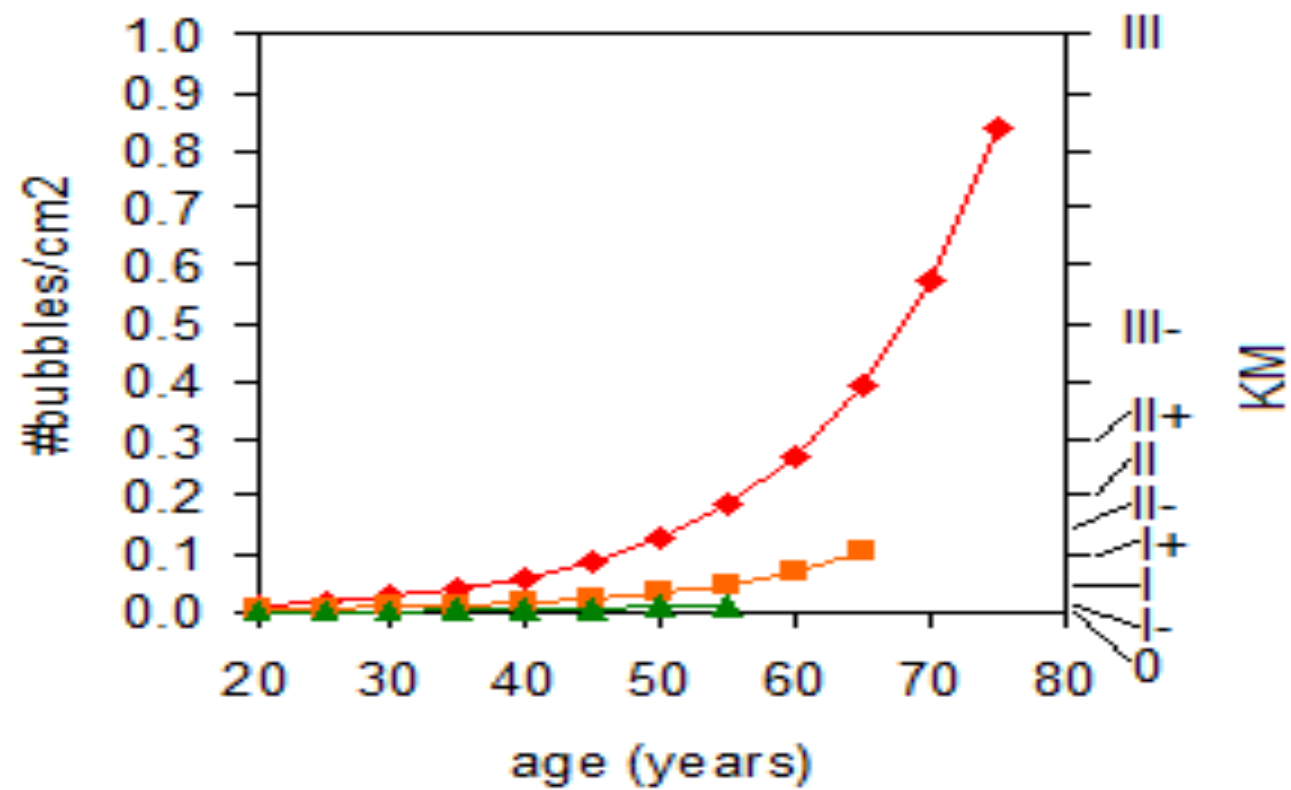


Doppler Echocardiography



Subjectieve methodologie

Diagnose of DCZ en AGE



DAN

Ondanks een verhoogde gevoeligheid voor DCZ zijn oudere duikers niet over vertegenwoordigd in de statistieken. Leeftijdsparadox!

Mogelijks hanteren oudere duikers een meer conservatief duikprofiel?

Age and fatalities

Age & Cause Specific Relative Risk

Disabling Injury	<50 years n=788,489	≥50 years n=352,878	Relative Risk
Cardiac	5	29	12.9
AGE	8	14	3.9
Asphyxia	15	17	2.5
Total	50	79	3.5

Very fast ascent?

Zijn de huidige duikcomputers geschikt voor de oudere duikers?

Neen !!

Decompressie tabellen (e.g. DCIEM, USN) zijn ontwikkeld voor militaire duikers (leeftijd < 35 y, VO_{2max} > 40 ml/min.kg).

Duikcomputers gebruiken meestal een identiek logaritme

Conservatisme aanpassen? twijfelachtig

Gradient factors aanpassen? nuttig

Het model van de Stichting Duikresearch (SDR) heeft een kwantitatieve benadering

Tabel van SDR: bepaal leeftijd en fysieke conditie ccondition

Table A

Age (age)	Hours aerobic sport*/ week. Recreational** activity counts for half but 1 st hour does not count.	condition	action
34 and <	none	bad	medical examiner
	1 hour or more	at least moderate	no correction
35-49	none	bad	medical examiner
	1 hour	moderate	Table 1
	more than 1.5 hour	at least reasonable	no correction
50-64	none	bad	medical examiner
	1 hour	moderate	Table 2
	more than 1.5 hour	reasonable or good	Table 3
	minimal 6 hour heavy	very good	Table 4
65-79	1 hour or less	bad	medical examiner
	0.5 hour light and at least 1 hour heavy	moderate up to good	Table 5
	minimal 3 hours light and 1 hour heavy	very good	Table 6

*Aerobic sport (, race-cycling, swim training, rowing etc.) has a competitive character; hence it is for example not recreational cycling.

** 2 hours recreational cycling is equivalent to $(2-1) \times 0.5 = 0.5$ hour.

Slecht (bad) < 25 mL O₂/kg.min (Schellart et al. ASEM 2012)

NDL correctie Tabel 5 of SDR

Table 5 Correction times with various MMD and depths of ascent for age 65-80 years, condition reasonable to good

	Minimal times of NDL display (min)							
MDD (m) →	6	9	12	15	18	21	24	27
depth at ascent (m)								
from 7 until 20		8	14	19	25	32	41	41
from 20 until 27						15	18	16

Voorbeeld

1. Max diepte 24 m, trek 18' af van de NDL op je computer
2. Tijdens stijgen van 20 tot 7 m: trek 41' af van de NDL

Duiktabellen SDR

www.duikresearch.org of www.diverresearch.org

NL: Publicaties/SDR Rapporten

(downloadbare pdf)

Te conservatief ??

Kans op DCS < 0.00001 ??

Aanbevelingen voor oudere duikers

- Hou de VO₂max zo hoog mogelijk
- Conservatief duikprofiel (NDT correctie, Nitrox met lucht tabellen...)
- Zo weinig mogelijk inspanning OW
- Zorg voor een duikplan en voer het uit
- Duik in optimale omstandigheden

Veroudering van het zenuwstelsel, de zintuigen, gewrichten,...

Hoe lang kan je blijven duiken?

- Zeer afhankelijk van persoon tot persoon!!
- Onder ideale omstandigheden en zonder erge aandoeningen is 80 j niet uitgesloten



???

