



UMC Utrecht

# Repetition pitch bij CI-gebruikers

Jan-Willem Wasmann, Klinisch-fysicus i.o.  
dr. H. Versnel, dr. S.F.L. Klis en dr. G.A. van Zanten  
UMC Utrecht

NVA, 26 september 2014



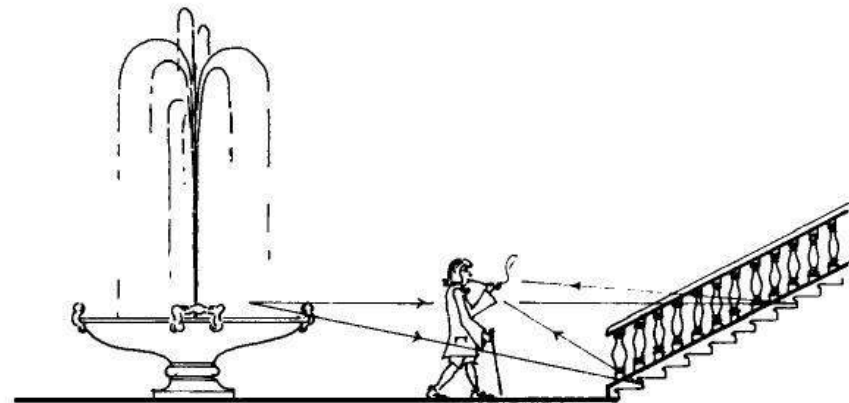
# Repetition pitch

- repetition pitch is the pitch perceived when a sound is heard together with its delayed repetition
- pitch =  $1/\text{delay time } (\tau)$

Pulspaar melodie  
van Bilsen:



- Works this way with a CI?

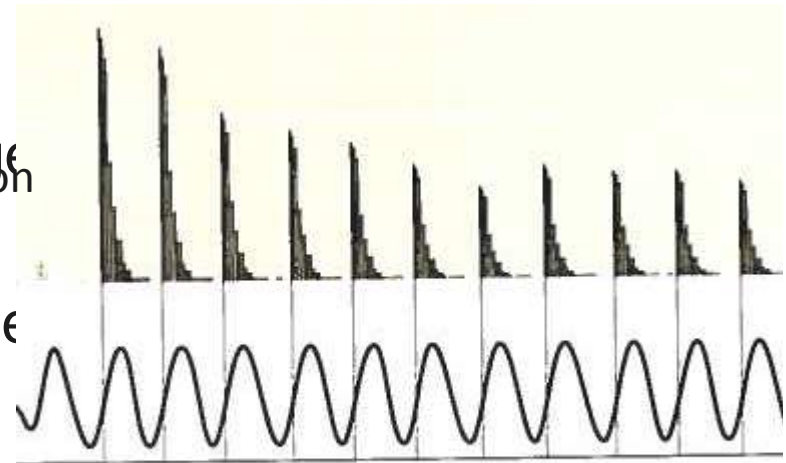


# Onderzoeksvraag

- Kan de temporele functionaliteit van de gehoorzenuw bepaald worden met elektrische pulsparen bij CI gebruikers?
  - voor repetition pitch is stimulus synchrone zenuwactiviteit van belang

## Motivatie

- Uitkomstmaat voor zenuwdege
  - Niet-talige test?
  - Verbetering toonhoogtewaarne
- Responsie van neuron  
van gehoorzenuw  
Toon (260 Hz)

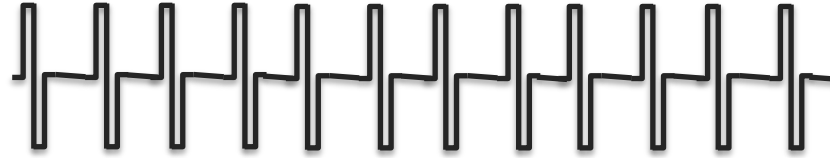


## Opzet

- Exploratief onderzoek

# Stimuli

pulstrein



Pulspaar  
melodie



$\tau$

$\tau$  = vertragingstijd

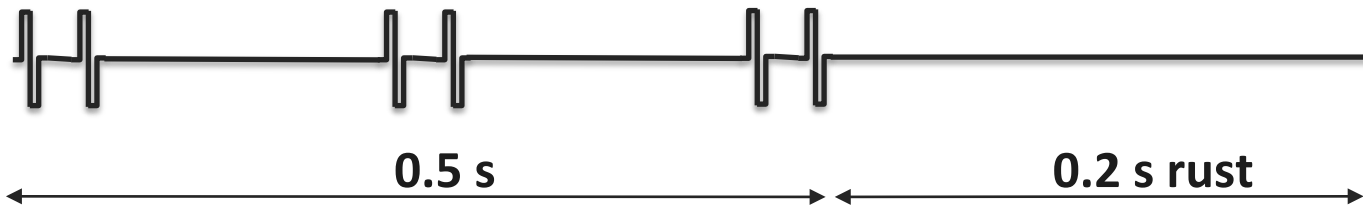


pulspaar



herhalingsfrequentie = Pulsparen per seconde

pulspaar  
sequentie



'pulspaar  
toonladder'



# Aanpak

- Detectie pulspaarverandering
  - Test 1a Intervaltest
  - Test 1b FrequentieBekeesy
- Identificatie melodieën
  - Test 2a pulspaar melodie
  - Test 2b zuivere tonen via het vrije veld en CI-processor
- Muzikale training:
  - Vragenlijst muzikale achtergrond (Fuller, 2012)

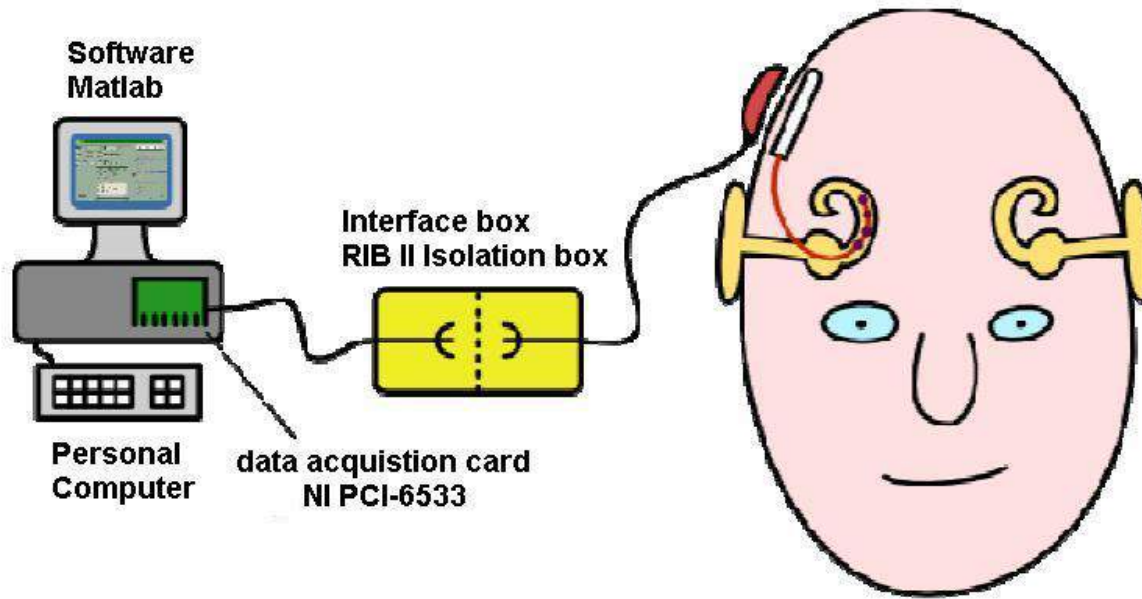
# Proefpersonen

- Drie proefpersonen met CI geïnccludeerd
  - Muzikaal geschoold
  - spraakverstaanbaarheid > 80%
  - MED-EL implantaat

Proefpersoon	G	Leeftijd	CVC score	Muzikale zelfrapportage	Ervaring CI	Duur slechthorendheid
P1	V	58	89%	5 / 5	9 maanden	30 jaar
P2	M	59	91%	4 / 5	4 jaar	30 jaar
P3	M	71	89%	5 / 5	5 jaar	11 jaar

# Experimentele opstelling

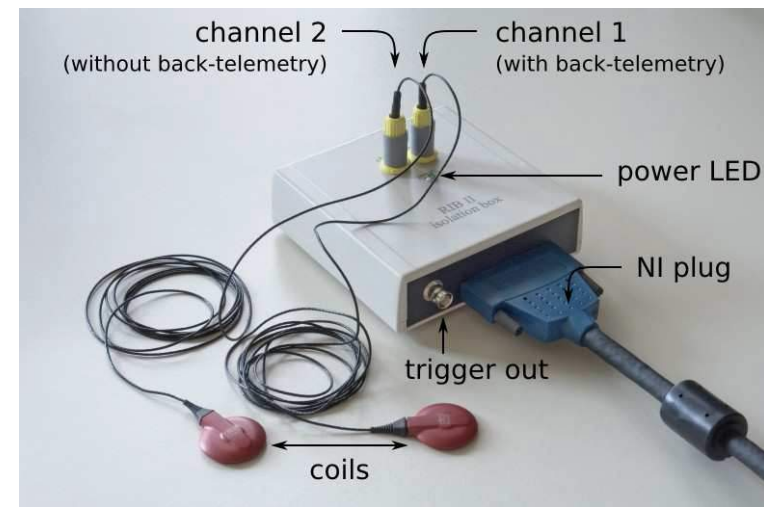
## Cochlear Implant Psychophysical test (CIPT)-system



Biedt directe controle over stimuli op één elektrode.

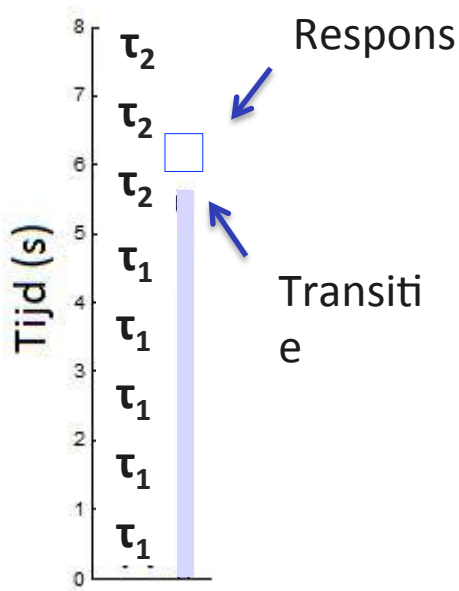
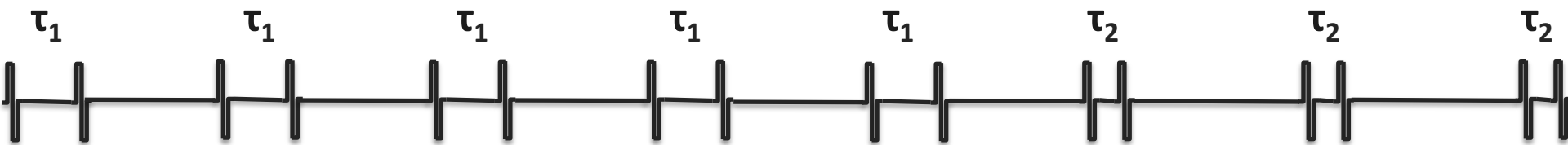
Stimuli zijn van te voren geprogrammeerd.

De proefpersoon reageert met de muis of toetsenbord.



# Intervaltest

- de proefpersoon hoort herhaalde pulsparen met  $\tau_1$
- Zodra de klank verandert ( $\tau_2$ ) drukt de proefpersoon een knop in



C4\_Kwint\_128 pps\_5s



Transitie

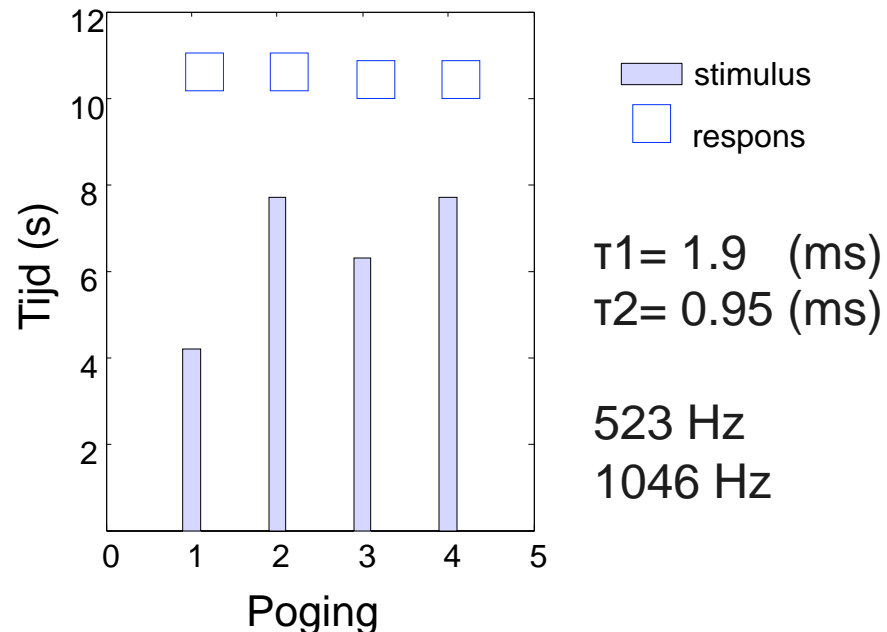
	Testbereik	
$\tau$	15 – 0.2 ms	(65 – 5000 Hz)
Herhalingsfrequentie	2 - 256 pps	
$\tau_1 \Rightarrow \tau_2$	12 stappen per octaaf	
Stimulusduur 11 s		



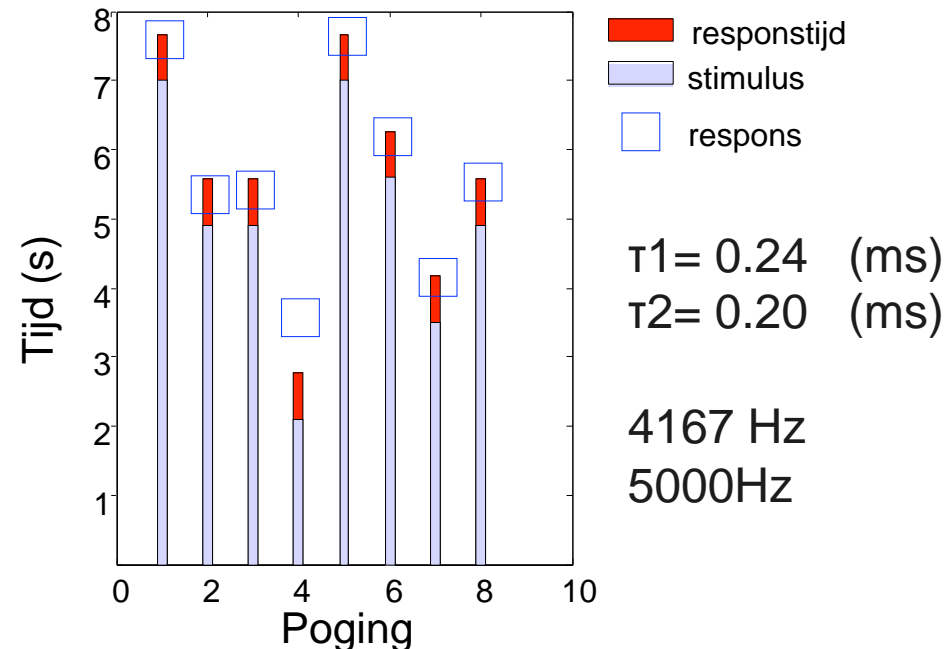
# Resultaat Intervaltest

- klankverandering onvoldoende hoorbaar
- Proefpersonen reageren langzaam
- Proefpersoon P1 rapporteert 'geratel als knickers of kikkers' afhankelijk van de herhalingsfrequentie
- Bij  $\tau = 0.24$  ms wel reactie op verandering

P1

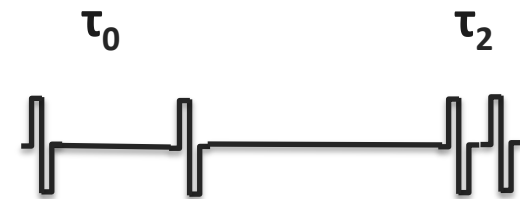
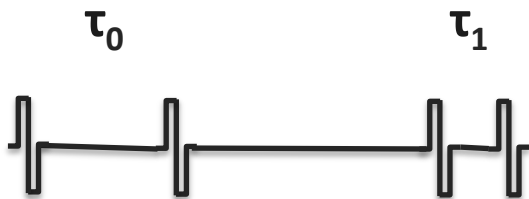


P1



# FrequentieBekey

- de proefpersoon vergelijkt een referentiepulspaar met een variabel pulspaar en drukt een knop in zodra verschil gehoord wordt.



## Bekey Tracking

Pulspaar sequentie:  $\tau_0\tau_0$   $\tau_0\tau_1$   $\tau_0\tau_2$   $\tau_0\tau_3$   $\tau_0\tau_4$   $\tau_0\tau_5$   $\tau_0\tau_4$   $\tau_0\tau_3$   $\tau_0\tau_4$   $\tau_0\tau_5$   $\tau_0\tau_4$   $\tau_0\tau_5$   $\tau_0\tau_6$   $\tau_0\tau_5$

Respons:

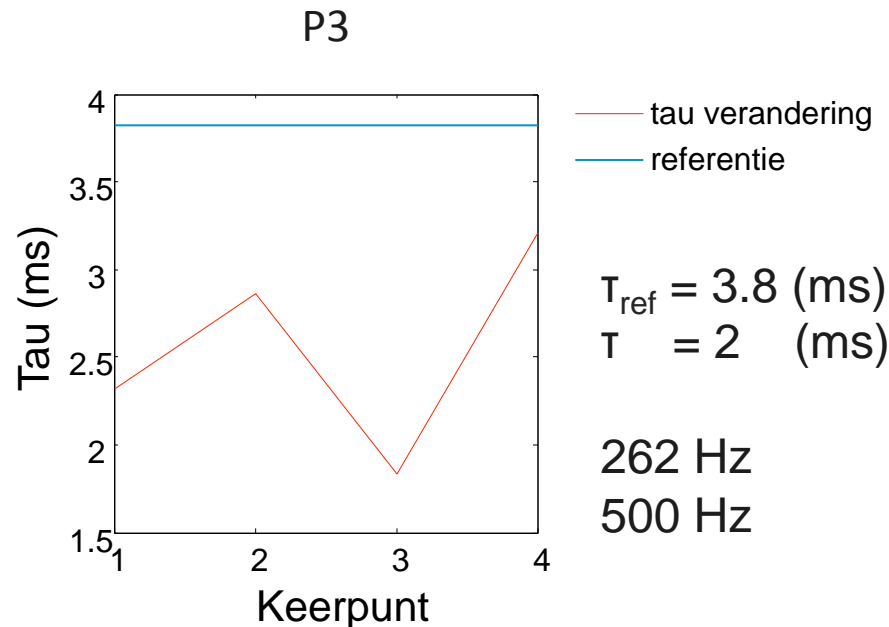
Knop AAN

AAN

AAN

# Resultaat FrequentieBekey

- Ervaring
  - P1 meldt heel kleine verschillen te horen geen toonhoogteverschil, maar luidheidverschil
  - P2 hoort soort sirene ontstaan. Wel subtiel, pas als  $\tau$  factor 2 veranderd is
  - P3 hoort verandering van autoalarm naar kerkklokken



# Test 2 Melodie identificatie

- Tijdens deze test krijgt proefpersoon ‘bekende’ **isoritmische** melodieën te horen
- Gesloten set, te kiezen uit 6 melodieën
- Variant A: Pulsparen
- Variant B: zuivere tonen via CI-processor van gebruiker

Titel
‘Vader Jacob’
‘Au Claire de la Lune’
‘Altijd is Kortjakje ziek’
‘Chimes of Big Ben’
‘London bridge is falling down’
‘Old Macdonald had a farm’
‘Sinterklaas kapoentje’
‘Ik zag twee beren broodjes smeren’
‘Daar was laatst een meisje loos’
‘Een twee drie vier, hoedje van papier’
‘Tussen Keulen en Parijs’
‘Lang zal ze leven’

C4 32 pps



C4 8 pps



C3 8 pps



Tonen



UMC Utrecht

# Resultaat Melodie identificatie

- Ervaring
  - P1 identificatie mogelijk na training
  - P1 elektrische pulsparen klinken niet als muziek
  - P2 en P3 alles klinkt monotoon
  - voorkeur aan muziek via de processor
  - Muziek via processor klinkt minder vlak

	<b>A Direct</b>	<b>B Vrije veld</b>	
	<b>Pulsparen</b>	<b>CI processor</b>	<b>CI processor + ht</b>
P1	67%	33%	100%
P1	67%	50%	
P1	0%		
P2	-	-	Vershil hoorbaar
P3	-	-	

# Conclusie

- Detectie pulspaarverandering:
  - Geen snelle detectie
  - Subjectief subtiel verschil hoorbaar na ‘gewenning’
  - Luidheidseffecten?
- Pulspaar melodie met CI levert in huidige opzet een te zwak percept om temporele functionaliteit van de gehoorzenuw te evalueren
- Toonhoogtewaarneming met CI in vrije veld zeer beperkt.

# Aanbevelingen

- Elektrische pulsparen aanbieden op meerdere elektrodes met grondtoon + boventonen
- Effect herhalingsfrequentie verminderen
- Veel ruimte voor verbetering...