

DCO₂, wat kunnen we ermee?

Een observationeel onderzoek naar het verband tussen gemeten DCO₂ en transcutane PCO₂ bij neonaten aan de Hoog Frequente Oscillatie Ventilatie



Anneberber Kingma

Intensive care practitioner, profiel ventilatie i.o.

Emma Kinderziekenhuis, Amsterdam UMC

9 Februari 2022



Inhoud

- Amsterdam UMC
- Onderzoek
- De neonatale ventilation practitioner
- Dankwoord



Amsterdam UMC

- Sinds juni 2018
- Ruim 16.000 medewerkers
- Ruim 350.000 patiënten per jaar
- Zorg, onderzoek en onderwijs





NICU

- Sinds december 2021 samen op locatie AMC
- In 2021 in totaal 709 opnames
341 VUmc, 368 AMC
- 25 operationele bedden
- 107 ICN-verpleegkundigen
- 4 Ventilation Practitioners (i.o.)



Bron: eigen foto's



2022-2023



Bron: eigen foto's



Bron: EGM interieur



Table 1. Perinatal Characteristics, Respiratory Treatment, and Oxygen Dependence in Three Cohorts of Preterm Infants.*

Characteristic	Study Cohort		
	2004–2005 (N=53)	2010–2011 (N=68)	2013–2014 (N=81)
Gestational age — wk	26.7±0.7†	26.5±1.1	26.2±1.1
Birth weight — g	949±170	918±194	894±172
Male sex — no. (%)	32 (60)	39 (57)	46 (57)
Antenatal glucocorticoids — no. (%)	49 (92)	61 (90)	69 (85)
Exogenous surfactant — no. (%)	36 (68)	27 (40)‡	47 (58)
Postnatal glucocorticoids — no. (%)	4 (8)	5 (7)	7 (9)
Duration of mechanical ventilation — days			
Median	5.9	1.8	0.8
Interquartile range	1.0–13.5	0–6.1	0–3.4
Mean	10.3±15.0	4.3±6.0‡	2.9±5.2§
Duration of CPAP use — days			
Median	29.7	35.6	38.6
Interquartile range	23.8–38.5	26.0–44.2	27.0–48.7
Mean	31.0±13.0	36.1±16.1	41.5±39.4
Oxygen dependence at 36 wk — no. (%)	19 (36)	25 (37)	20 (25)

* Plus-minus values are means ±SD. The preterm infants included in this analysis were born at less than 28 weeks of gestation and were alive at 36 weeks of postmenstrual age. CPAP denotes continuous positive airway pressure.

† P<0.05 for the comparison of the 2004–2005 cohort with both other cohorts.

‡ P<0.05 for the comparison of the 2010–2011 cohort with both other cohorts.

§ P<0.05 for the comparison of the 2013–2014 cohort with both other cohorts.



HFOV





HFOV





HFOV





DCO₂

De effectiviteit van CO₂ uitwas tijdens HFOV kan worden weergegeven met het diffusie coëfficiënt van CO₂ (DCO₂).

$$DCO_2 \text{ (ml}^2\text{/sec)} = f \times VThf^2$$



DCO₂

ORIGINAL ARTICLE: NEONATAL LUNG DISEASE

WILEY  PEDIATRIC PULMONOLOGY

Weight-correction of carbon dioxide diffusion coefficient (DCO₂) reduces its inter-individual variability and improves its correlation with blood carbon dioxide levels in neonates receiving high-frequency oscillatory ventilation

Gusztav Belteki MD, PhD, FRCPCH  | Benjamin Lin BA |
Colin J. Morley MD, FRCPCH

 **frontiers**
in Pediatrics

Volume Guarantee High-Frequency Oscillatory Ventilation in Preterm Infants With RDS: Tidal Volume and DCO₂ Levels for Optimal Ventilation Using Open-Lung Strategies

Funda Tuzun^{1}, Burak Deliloglu¹, Merve Meryem Cengiz¹, Burcin Iscan², Nuray Duman¹ and Hasan Ozkan¹*

¹ Division of Neonatology, Department of Pediatrics, Dokuz Eylul University Faculty of Medicine, Izmir, Turkey, ² Division of Neonatology, Department of Pediatrics, Tinaztepe University Faculty of Medicine, Izmir, Turkey



Transcutane PCO₂

- Continue trendmonitoring
- Minimaal 1x daags vergelijken met PaCO₂
- Risico op huidbeschadiging



Bron: Sentec



Vraagstelling

Is er een verband tussen de gemeten DCO_2 en tcPCO_2 bij neonaten met HFOV?

Hypothese

De DCO_2 vertoont een negatieve lineaire correlatie met de tcPCO_2 .



Methode

Onderzoekspopulatie

Neonaten minimaal 24 uur aan HFOV met continue tcPCO₂ monitoring

Beademingsstrategie

- HFOV als primaire modus of als rescue
- Open long principe → optimale CDP
- Oscillatiedruk (ΔP) op geleide van de tcPCO₂ /zichtbare oscillaties van de thorax
- Frequentie gestart op 10 Hertz



Methode

Dataverzameling- en analyse

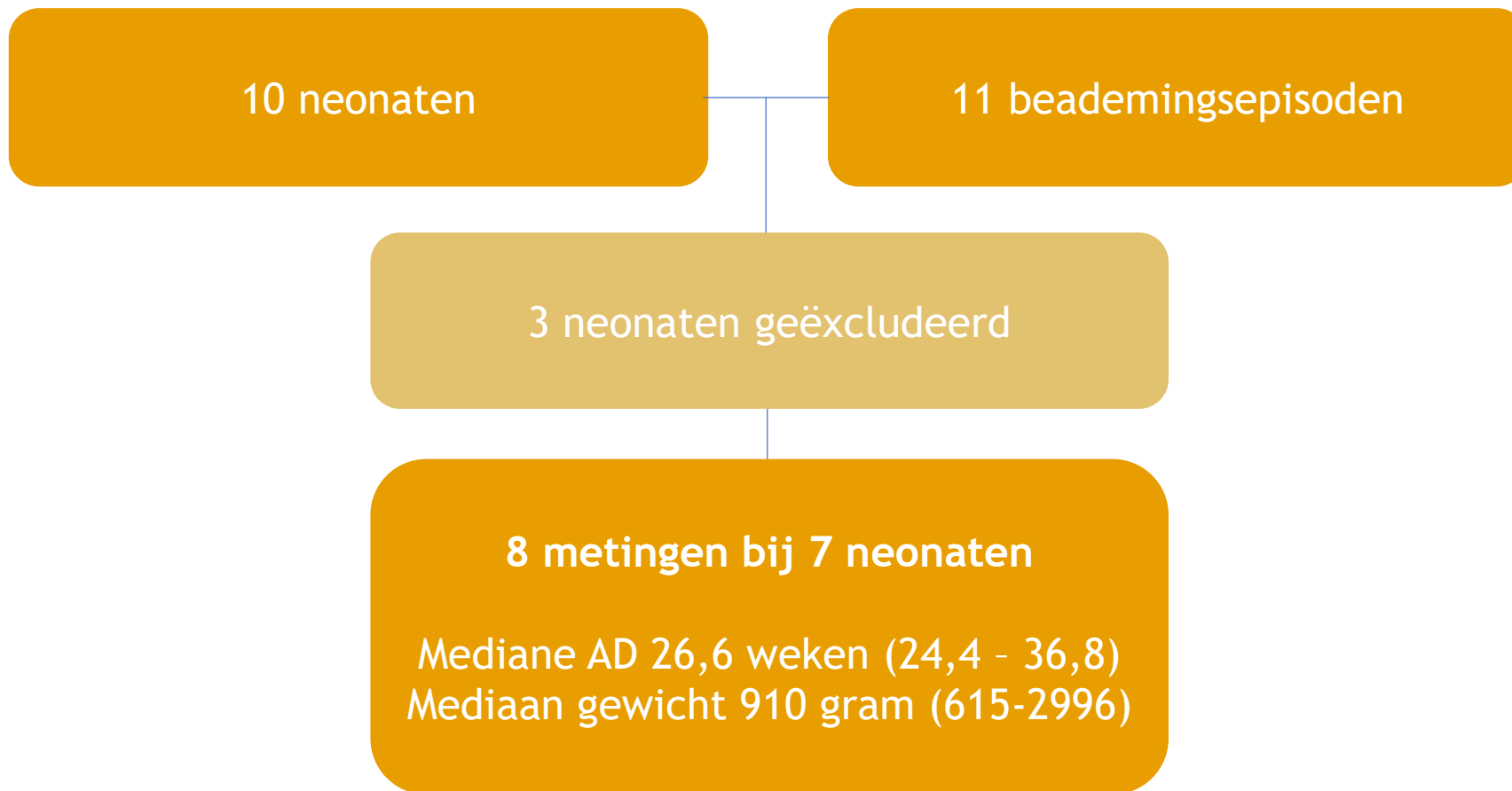
- DCO_2 en lek uit trendfiles van Fabian HFOi ventilator
- tcPCO_2 uit Philips data warehouse
- DCO_2 omgerekend naar gewicht gecorrigeerde DCO_2 ($\text{DCO}_{2\text{corr}}$)

Statistische analyse

- SPSS versie 28
- Numerieke parameters in mean $\pm$ SD of mediaan (interkwartielbereik)
- Correlatiecoëfficiënt (r) met Pearson of Spearman (CI 95%)



Resultaten





Beademing

Intubatie indicaties:

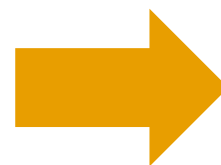
- Respiratoire insufficiëntie bij prematuriteit (5);
- Respiratoire insufficiëntie bij infectie (1);
- Hypoxie bij PPHN (1);
- Respiratoire insufficiëntie bij spanningspneumothorax (1)

Beademingsparameters	
CDP (cmH ₂ O), *	12 (11-12)
ΔP (cmH ₂ O), *	20 (20-33)
Frequentie (Hz), *	10 (10-10)
FiO ₂ (%), *	28 (25-34)
* Mediaan en IQR	



Resultaten

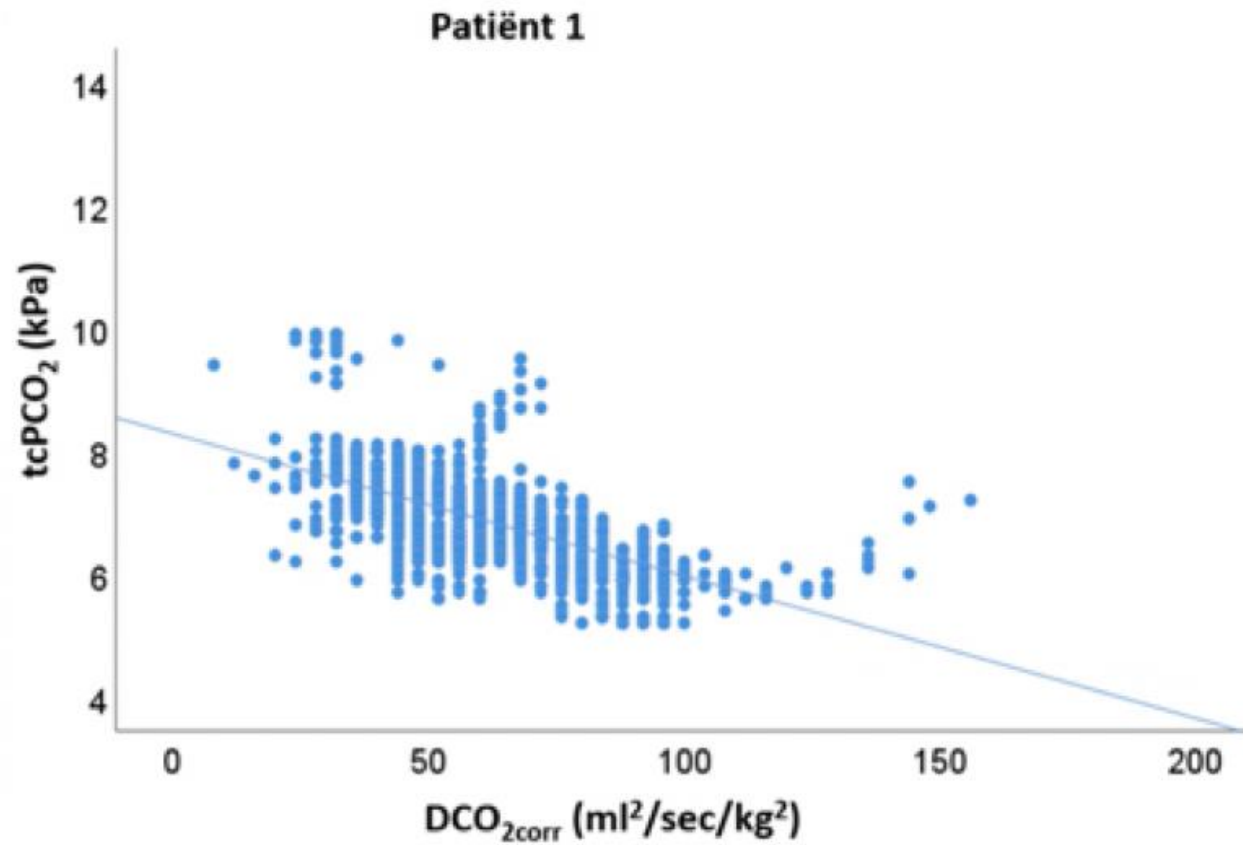
Correlatie (r) tussen tcPCO ₂ en naar DCO _{2(corr)}		
Patiënt	r	p-waarde
1	-0,616	<0,001
2	-0,146	<0,001
3	0,317	<0,001
4	0,710	<0,001
5.1*	-0,030	0,177
5.2*	-0,490	<0,001
6	-0,254	<0,001
7	-0,141	<0,001
* Dezelfde patiënt in twee verschillende episoden		



Mediane correlatie
-0,085 (-0,431 en 0,274)

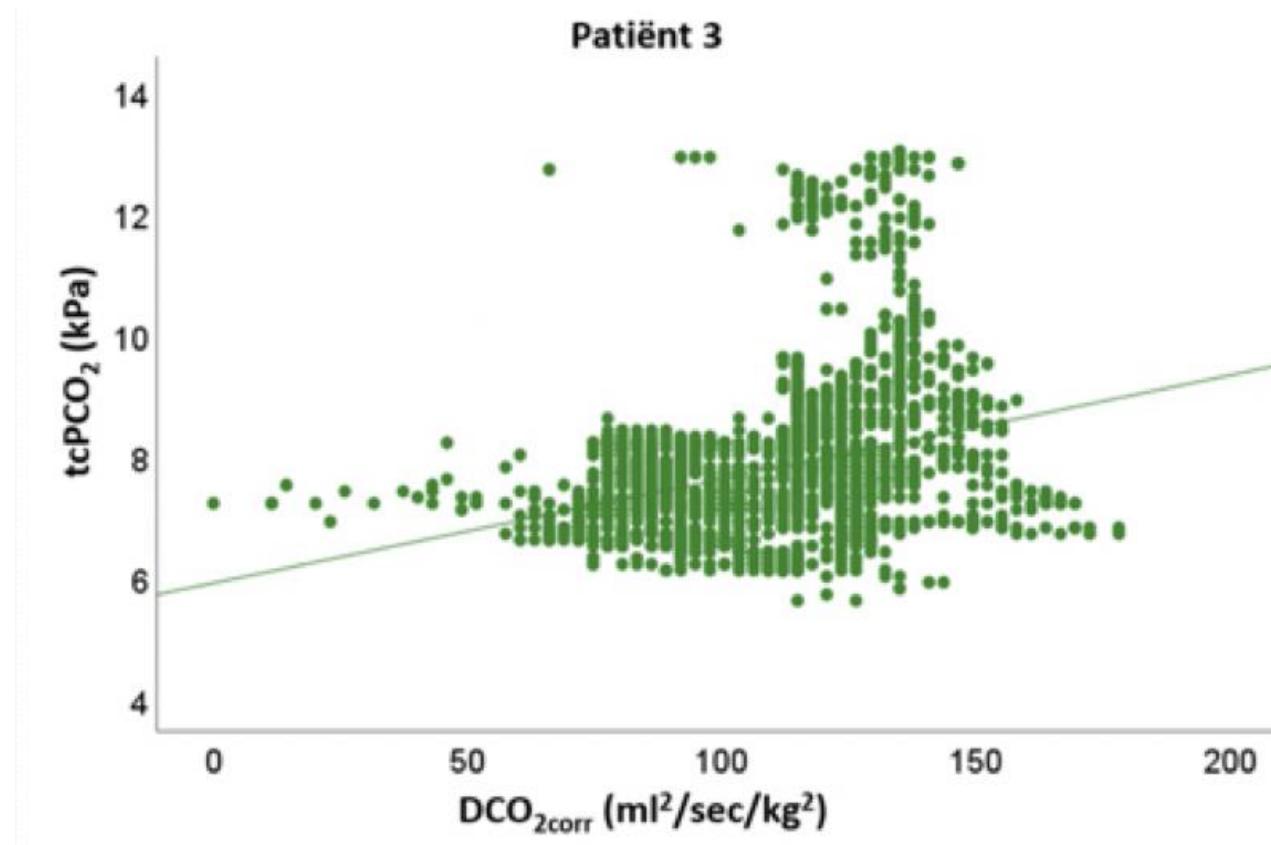


Resultaten





Resultaten





Discussie

- Geen correlatie aangetoond tussen DCO_2 en tcPCO_2
- Bij verschillende individuele patiënten is er wel degelijk een negatieve correlatie zichtbaar. Wel is deze correlatie zwak tot matig.
- Bij 2 patiënten een positieve correlatie → vanuit het theoretisch concept moeilijk te verklaren.



Discussie

Limitaties

- Kleine steekproef
- DCO^2 en tcPCO_2 in real-time vergeleken
- Rol van eigen ademhaling

Maar

- Basis gelegd voor vervolg onderzoek
- Samenwerking klinisch technoloog



Conclusie

In deze observationele studie is er geen duidelijk verband aangetoond tussen de tcPCO_2 en de $\text{DCO}_{2\text{corr}}$. Door de beperkte steekproefomvang en de grote verschillen tussen deze patiënten, is het echter nog onduidelijk of die correlatie er ook daadwerkelijk niet is.



Aanbevelingen

- Aanvullend onderzoek doen om bij een grotere groep neonaten te kijken naar de relatie tussen $tcPCO_2$ en de DCO_2 .
- Hierbij andere beïnvloedende factoren bekijken zoals:
 - Verschillende patiëntencategorieën;
 - Invloed van lek;
 - Verandering van beademingsparameters en houding;



De neonatale ventilation practitioner

Missie

De ventilation practitioner op de IC Neonatologie van het Amsterdam UMC levert, samen met de IC Neonatologie verpleegkundigen, de beste zorg aan de (non-invasief) beademde neonaat en diens ouders door bij te dragen aan innovatieve beademings- en weanstrategieën onder supervisie van de neonatoloog. Door het bijhouden van vakliteratuur, het zorgen voor innovatie, scholing en begeleiding en het optimaliseren van relevante protocollen draagt zij hieraan bij.



De neonatale ventilation practitioner





De neonatale ventilation practitioner

2022

- Eigen deskundigheid bevorderen
- Onderzoek vervolg geven

- Deskundigheid van het team bevorderen
- Structuur geven aan werkzaamheden

2023

- Opzetten respiratie assessment studenten
- Plannen maken voor respiratie symposium

2024

- Taken uitbreiden met aanvullende (medische) handelingen
- 1^e onderzoek publiceren



Dankwoord

- Anne De Jaegere
- Ruud van Leuteren
- Nicolien Lafeber
- Dirk Tol
- Dorien van Broekhoven
- Ingrid de Jong
- Susan Jonker-Kuijpers



Literatuur

1. Goldsmith J, Karotkin E, Keszler M, Suresh G. (2017) Assisted ventilation of the neonate: an evidence-based approach to the newborn respiratory care (6e editie) Philadelphia, PA: Elsevier
2. Kaam, van, A. Lung-protective ventilation in neonatology. *Neonatology*. 2011;99:338–41.
3. Kaam, van, A. & Rimensberger, P. Lung-protective ventilation strategies in neonatology: What do we know??? What do we need to know? *Critical Care Medicine*, 2007;35(3): 925–931.
4. Giannkopoulou C, Karakaki E, Manoura A et al. Significance of hypocarbia in the development of periventricular leukomalacia in preterm infants. *Pediatrics International* 2004; 46:268
5. Levene M, Fawer C, Famont R. Risk factors in the development of intraventricular haemorrhage in the preterm neonate. *Arch Dis Child* 1982; 57;57:410-7
6. Belteki G, Lin B, Morley C. Weight-correction of carbon dioxide diffusion coefficient (DCO_2) reduces its inter-individual variability and improves its correlation with blood carbon dioxide levels in neonates receiving high-frequency oscillatory ventilation. *Pediatric Pulmonology*. 2017;52: 1316–1322.
7. Tuzun, F., Deliloglu, B., Cengiz, M.M., Iscan, B., Duman, N. & Ozkan, H. (2020) Volume Guarantee High-Frequency Oscillatory Ventilation in Preterm Infants With RDS: Tidal Volume and DCO_2 Levers for Optimal Ventilation Using Open-Lung Strategies. *Frontiers in Pediatrics* 2020; 8:105
8. Lambert L, Baldwin M, Gonzalez C, Lowe G, Willis J. Accuracy of Transcutaneous CO_2 Values Compared With Arterial and Capillary Blood Gases. *Respir Care*. 2018;63(7):907-912.
9. De Jaegere A, van Veenendaal MB, Michiels A, van Kaam, AH. Lung recruitment using oxygenation during open lung high-frequency ventilation in preterm infants. *AM J Resp Crit Care Med*. 2006 174:639-645



Dank voor uw aandacht!



Anneberber Kingma

Intensive care practitioner, profiel ventilatie i.o.
Neonatale Intensive Care Unit
a.kingma@amsterdamumc.nl



Emma Kinderziekenhuis
Amsterdam UMC

TABEL 1 | Patiëntkarakteristieken en beademingsparameters

Karakteristieken	(<i>n</i> = 8)
Amenorroeduur (weken), *	26,7 (24,4-36,8)
Postnatale leeftijd (dagen), *	4,5 (3-4,5)
Mannelijk geslacht, <i>n</i> (%)	3 (37,5)
Geboortegewicht (gram), *	718 (619-2981)
Actueel gewicht (gram), *	910 (615-2996)
Intubatie indicatie	
- Respiratoire insufficiëntie bij prematuriteit, <i>n</i> (%)	5 (62,5)
- Respiratoire insufficiëntie bij infectie, <i>n</i> (%)	1 (12,5)
- Hypoxie bij PPHN, <i>n</i> (%)	1 (12,5)
- Respiratoire insufficiëntie bij spanningspneumothorax, <i>n</i> (%)	1 (12,5)
CDP (cmH ₂ O), *	12 (11-12)
ΔP (cmH ₂ O), *	20 (20-33)
Frequentie (Hz), *	10 (10-10)
FiO ₂ (%), *	28 (25-34)

* Mediaan en IQR (interkwartielbereik = 25^e – 75^e percentiel)



TABEL 2 | Correlatie (r) tussen transcutaan gemeten PCO₂ en naar gewicht gecorrigeerde DCO₂

Patiënt	<i>n</i>	<i>r</i> (CI 95%)+	p-waarde
1	1705	-0,616 (-0,645 tot -0,586)	<0,001
2	1768	-0,146 (-0,191 tot -0,100)	<0,001
3	2205	0,317 (0,279 tot 0,354)	<0,001
4	526	0,710 (0,665 tot 0,750)	<0,001
5.1*	2025	-0,030 (-0,073 tot 0,014)	0,177
5.2*	1086	-0,490 (-0,534 tot -0,443)	<0,001
6	2286	-0,254 (-0,292 tot -0,215)	<0,001
7	2201	-0,141 (-0,181 tot -0,100)	<0,001

+ CI 95%: Betrouwbaarheidsinterval van 95%

* Dezelfde patiënt in twee verschillende episoden

