

## Nieuwe methode voor de validatie van buizenpostsystemen gebruikt voor het versturen van bloedmonsters

L.C. JELLEMA<sup>1</sup>, A. LUIJT<sup>2</sup>, H. PUTS<sup>1</sup>, D. CALCOEN<sup>2</sup> en J.D.E. van SUIJLEN<sup>1</sup>

Een veel gebruikte methode om de doorlooptijd van bloedanalyse te verkorten is het gebruik van de buizenpost. Over invloed van het buizenpost gebruik op de kwaliteit van bloedmonsters is echter weinig bekend. In dit artikel wordt een nieuwe methode beschreven waarbij met behulp van krachtenanalyse het buizenpostsysteem wordt gevalideerd. Met een speciaal ontwikkelde sensorcapsule wordt het volledige buizenpostsysteem uitgemeten. Op basis van de resultaten worden risicovolle stations geselecteerd om te valideren met patiëntenmateriaal. Vanaf deze stations is patiëntenmateriaal naar het laboratorium verstuurd, ambulant dan wel via de buizenpost, ten einde de effectiviteit van de buizenpost te bepalen. Vanuit kwaliteitsoogpunt is er een maximaal toelaatbaar verschil van 5% op de biochemische parameters als eis gesteld voor de validatie. Passing-Bablok regressie liet geen klinisch significante verschillen zien voor monsters verstuurd met ambulant of buizenpost transport. Daarnaast is er vanaf één station gekeken naar het effect van de snelheid (buizenpost transportsnelheid van 4 m/s en 8 m/s) op de vrijgekomen krachten en het effect op patiëntenmateriaal. Het verhogen van de snelheid verzorgt een verhoging in krachten en een grotere spreiding op de gemeten lactaatdehydrogenase (LH). De overige analysesresultaten zijn niet noemenswaardig veranderd. Deze nieuwe methode maakt het mogelijk om de buizenpost op basis van een risico analyse betrouwbaar en snel te valideren zonder dat daarvoor een grote hoeveelheid patiëntenmateriaal benodigd is. Tevens kan deze methode eenvoudig als periodiek onderdeel van het kwaliteitssysteem worden geïntroduceerd ter controle van de buizenpost.

*Trefwoorden: preanalytische variabelen, buizenpost, ambulant transport, cellekkage, bloedbeeld*

Voor het behandelen van patiënten in de klinische praktijk is het tijdig beschikbaar komen van uitslagen van laboratoriumtesten van groot belang. Naast de tijd die nodig is voor de monstervoorbewerking en analyse zelf, wordt de doorlooptijd ook bepaald door de

<sup>1</sup> Gelre ziekenhuizen, Albert Schweitzerlaan 31, 7334 DZ Apeldoorn, Nederland

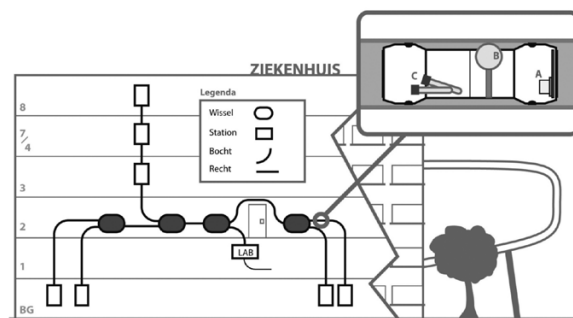
<sup>2</sup> Gelre ziekenhuizen, Molengraafsingel 12, 2629 JD Delft, Nederland

Correspondentie: dr. L.C. Jellema, elre ziekenhuizen, Molengraafsingel 12, 2629 JD Delft  
E-mail: l.j.jellema@gelre.nl

tijd tussen afname en aankomst op het laboratorium. In veel ziekenhuizen zijn de afstanden tussen de plaats waar het bloed wordt afgenomen en het laboratorium groot. Analyses decentraal uitvoeren met point-of-care apparatuur (POCT) is één van de mogelijkheden om de doorlooptijd te verkorten. Aan het gebruik van deze apparatuur zijn echter nadelen verbonden zoals de nauwkeurigheid, kosten per analyse en het scholen van personeel voor juist gebruik van de POCT-apparatuur. Fernandes et al (1) hebben beschreven dat buizenpostsystemen gebruikt kunnen worden om de doorlooptijd van bloedmonsters te reduceren.

In toenemende mate wordt binnen ziekenhuizen gebruik gemaakt van een buizenpostsysteem om bloedmonsters snel van de plek van afname naar het laboratorium te sturen (1, 2) zo ook in de Gelre Ziekenhuizen. Figuur 1 geeft een schematische weergave van een ziekenhuis waarbij het buizenpostsysteem wordt gebruikt om van verschillende afdelingen bloedmonsters naar het laboratorium te sturen. Met behulp van een 200 meter lang buizentraject kunnen bloedmonsters van bijvoorbeeld de dialyseafdeling op de 8ste verdieping, naar het laboratorium op de eerste verdieping worden gestuurd binnen 2 minuten. Daarnaast kunnen ook gedurende een prikronde monsters naar het laboratorium gestuurd worden, om direct bepaald te worden, terwijl de analist de prikronde vervolgd.

Er zijn weinig studies bekend die onderzoek doen naar de effecten op de kwaliteit van bloedmonsters die met de buizenpost zijn verstuurd (3). Daarnaast zijn de gepubliceerde resultaten niet eenduidig over het effect van het gebruik van de buizenpost. In de studies van Fernandes werden geen significante verschillen gevonden in hemoglobine- en kaliumgehalten van monsters die met de buizenpost of normaal transport naar het laboratorium waren gebracht.



**Figuur 1.** Schematische weergave van het ziekenhuis met buizenpostsysteem. In close up de meetcapsule in de buis met daarin A: krachtregistratiesensor; B: wiel voor afstandmeting en C: bloedmonsters.

Verhoging van kalium en lactaatdehydrogenase (LD) bij monsters van patiënten met extreme leukocytose die met de buizenpost zijn getransporteerd werd gerapporteerd door Heiner-Fokkema et. al. (4). In een studie waar bloedgasanalyse op point-of-care apparatuur op de locatie van afname en na het versturen met de buizenpost naar het laboratorium werden vergeleken werden geen verschillen gevonden in pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub> en pH. Echter in aanwezigheid van luchtbellens in het monster werden verhogingen van de pO<sub>2</sub> gevonden. Deze verhogingen waren bij buizenposttransport groter dan wanneer de monsters onder normale transportcondities waren vervoerd. De verschillen zijn te wijten aan de complexiteit van de route en snelheid van het transport.

Ellis (3) heeft een casus beschreven waarin hemolyse van een monster wordt veroorzaakt door een niet goed werkend remsysteem. Dit artikel waarschuwt tevens dat laboratoria zich bewust moeten zijn van het feit dat defecten aan het buizenpostsysteem kunnen leiden tot snelle decelleratie van de buizen met hemolyse van de monsters tot gevolg. Tevens moet gerealiseerd worden dat ieder buizenpostsysteem uniek is. In de beschikbare literatuur wordt geen specifieke informatie over de verschillende systemen gegeven. Hierdoor is het moeilijk om de verschillende systemen en dus ook onderzoeken met elkaar te vergelijken. Een van de weinige parameters die binnen de literatuur wordt weergegeven is de door de leverancier opgegeven transport snelheid, meestal 4 m/s.

Een van de eisen voor CCKL accreditatie van een klinisch chemisch laboratorium is het valideren van alle preanalytische factoren. Zo wordt van alle koelkasten, o.a. gebruikt voor het bewaren van bloedproducten, de temperatuur geregistreerd. Het valideren van buizenpostsystemen met patiëntenmateriaal wordt door veel laboratoria bij in gebruik name gedaan. Echter, er zijn tot dusver geen concrete normen of richtlijnen voor de validatie van de buizenpost. De SKML adviseert, op basis van wetenschappelijk onderzoek (5) dat buizen voor stollingsonderzoek in verticale positie dienen vervoerd te worden: een eis waaraan in een buizenpostsysteem niet wordt voldaan. Wij vinden dat validatie en controle van het buizenpostsysteem een toetsbaar onderdeel van het kwaliteitssysteem moet zijn.

In dit artikel wordt met behulp van een capsule met geïntegreerde sensoren meer inzicht in het buizenpostsysteem verkregen. Deze capsule meet gedurende het transport van verzendstation naar het laboratorium de afgelegde afstand, tijd en krachten die vrijkomen. Aan de hand van de analyse van deze metingen wordt een risicoanalyse gedaan. Het uitgangspunt hiervoor is dat tijdens transport door schudden, versnellen en remmen veranderingen in g-krachten veroorzaakt worden die de kwaliteit van de monsters kunnen beïnvloeden. Op basis van de totale krachten die hierdoor vrijkomen wordt het station dat het meest risicovolle station geselecteerd. Hierdoor kan de validatie met patiëntenmateriaal beperkt gehouden worden tot een klein aantal stations. Binnen deze biochemische validatie is gekeken naar het bloedbeeld en hemolyse gevoelige parameters kalium en LD. Binnen de Gelre ziekenhui-

zen is besloten dat monsters voor stollings- en bloedgasonderzoek niet met de buizenpost verstuurd mogen worden. Daarom zijn deze bepalingen buiten beschouwing gelaten in dit onderzoek.

## Materiaal en Methode

### *Technische validatie*

Allereerst is er een technische validatie uitgevoerd waarbij het buizenpostsysteem is uitgemeten met een meetcapsule. Hiervoor is gebruik gemaakt van een door Qcapsule (www.qcapsule.com, Delft) ontwikkelde capsule met sensoren die tijdens het transport een groot aantal parameters kan monitoren, zie close-up in figuur 1. Deze gekalibreerde sensoren registreren 33 keer per seconde een groot aantal parameters waaronder de gravitatiekrachten, veroorzaakt door het schudden, in horizontale en verticale richting en de afgelegde afstand en tijd van de capsule gedurende transport. Hiermee kan de door de leverancier opgegeven snelheid (4 m/s) wordt nagemeten. Uit deze data worden vanaf ieder verzendstation tevens gegevens over schudden, accelereren, remmen en snelheid berekend. Vergelijking van de ritten en verschillende trajecten is gedaan door te kijken naar het aantal gravitatiekrachtpieken en het verschil van de gravitatiekrachten over tijd. Deze representeren de energie die het patiëntenmateriaal ondergaat tijdens het transport. Door het in kaart brengen van de diverse trajecten kan vervolgens worden geschat welk station het meeste risico zou kunnen geven op het transport.

### *Biochemische validatie*

Voor de biochemische validatie is gekeken naar het effect op verschillende bepalingen uit bloedmonsters verstuurd met de buizenpost en ambulante transport. Hiervoor zijn bij vrijwilligers op de prikpoli met een vacuümsysteem (Greiner bio-one, vacutainer) twee dezelfde type buizen bloed afgenomen (een monster-set). Twee 4 ml serum/gel buizen voor het bepalen van de Kalium en LD op de routine chemie analyser (Abbott Architect CI8200) en twee 4 ml K3EDTA buizen voor het meten van het effect op het bloedbeeld. Het bloedbeeld in deze studie omvatte de volgende bepalingen: hemoglobine (Hb), hematocriet (Ht), MCV, leukocyten, trombocyten en erythrocyten aantal. Analyse van het bloedbeeld werd gedaan op een routine hematologie analyser (Abbott CELL-Dyn Sapphire).

Het effect van het transport met de buizenpost op de kwaliteit van de bloedmonsters is getest door vanaf 3 afdelingen te versturen met een snelheid van 4 m/s geselecteerd op basis van de verkregen informatie uit het eerder uitgevoerde krachtenonderzoek. Per zending werden 10 monstersets gebruikt, 5 serum- en 5 EDTA-sets. Van elke monsterset werd één buis met een transportkar vanaf de afdeling naar het laboratorium gebracht. De tweede buis van de set werd per buizenpost naar het laboratorium gestuurd. Op het laboratorium zijn de monsters door de analisten in ontvangst genomen en als normale monsters behandeld en geanalyseerd op de genoemde analysers.

## Resultaten

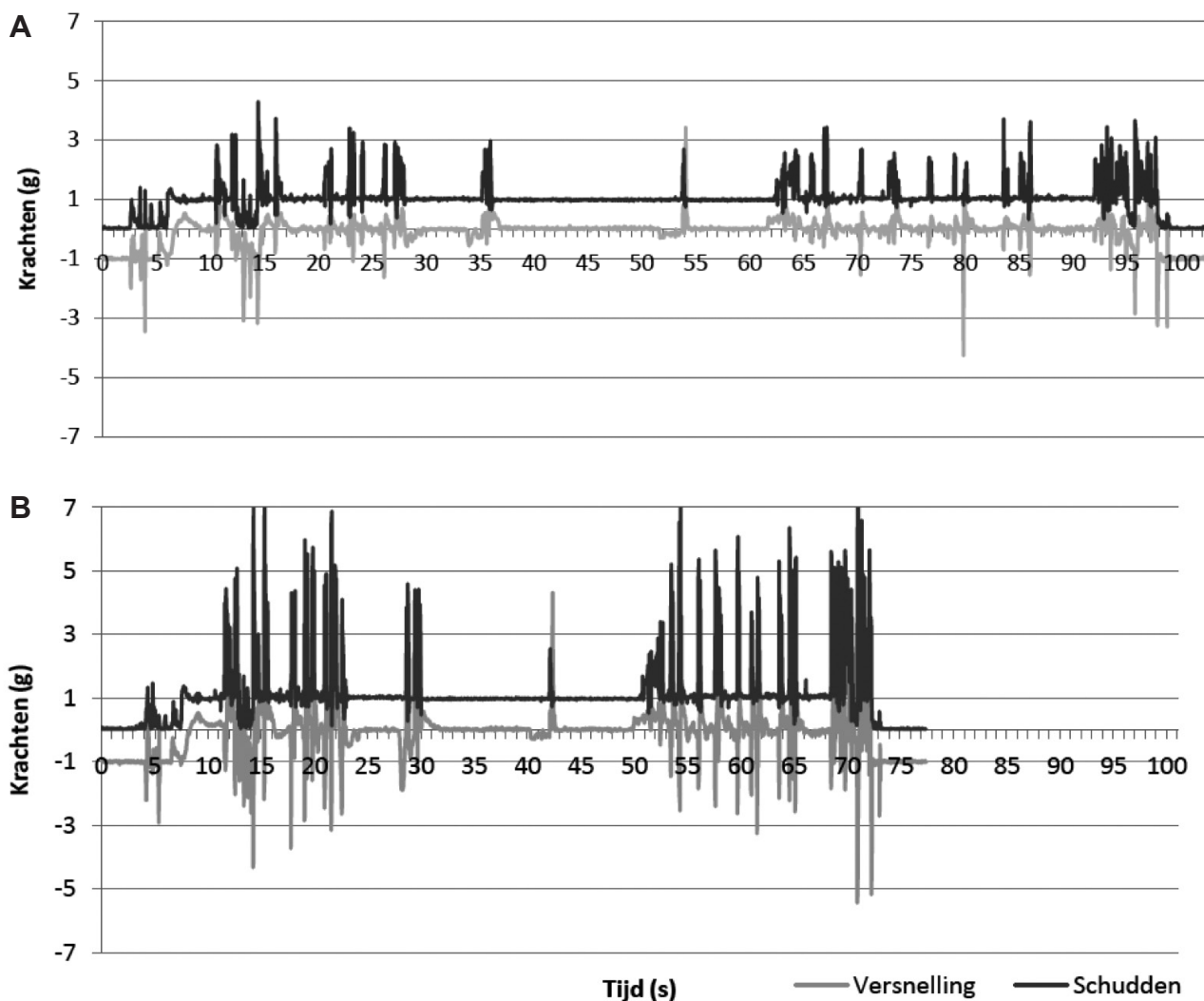
### Technische validatie buizenpoststelsel

In een preliminaire studie is vanaf alle 20 buizenpoststations van het ziekenhuis de meetcapsule met sensoren verstuurd naar het laboratorium om het volledige traject van het ziekenhuis uit te meten. Uit de resultaten blijkt dat de door de leverancier opgegeven snelheden van respectievelijk 4 m/s (normaal transport) en 8 m/s (snel transport) niet worden gehaald. De gemiddelde snelheid bij een opgegeven snelheid van 4 m/s varieerde tussen de 2,5 en 3,3 m/s met pieksnelheden van 6,7 m/s (24 km/uur). De gemiddelde snelheid bij een opgegeven snelheid van 8 m/s varieerde tussen de 3,7 en 5,0 m/s met pieksnelheden van 9,6 m/s (34 km/uur).

Daarnaast is gebleken dat een verdubbeling van de transportsnelheid niet resulteert in een halvering van de transporttijd. De verklaring hiervoor is dat tijdens het transport de capsule op een aantal momenten stilstaat in een wissel. De duur hiervan is onder andere afhankelijk van het aantal capsules dat gelijktijdig met het systeem verstuurd wordt door de gebruikers. Figuur 2A en B geven, respectievelijk, de krachten weer gedurende buizenposttransport vanaf station 3 op een transportsnelheid van 4 m/s en 8 m/s. Merk op

dat hetzelfde patroon optreedt in een korte tijd met hogere krachten. In de figuur 2A en B zijn twee lijnen weergegeven welke corresponderen met de versnelling en het schudden van de capsule gemeten door de twee sensoren. De twee sensoren zijn onder een hoek van 90 graden met elkaar geïmponeerd. Een van de twee sensoren zal gedurende de meting 1g meten die wordt veroorzaakt door de zwaartekracht van de aarde. Bij verandering van horizontale naar verticale transportrichting zal de andere sensor deze zwaartekracht van de aarde meten, zoals aan het begin en eind van iedere rit. De grootste gemeten krachten zijn 4,3g en 9,1g voor respectievelijk het normaal en snel transport.

Aan de hand van het buizenposttraject kan grafiek 2A verklaard worden. Gedurende de eerste 10 seconden van de meting wordt de capsule vanaf station 3 weggestuurd. Van 10 tot 35 seconden komt de capsule een aantal bochten tegen die krachten veroorzaken. Na 35 seconden schiet de capsule in een wissel om van lijn te kunnen veranderen. De andere lijn is op dat moment in gebruik waardoor de capsule ongeveer 20 seconden in de wissel stil staat. Na 54 seconden vervolgt de capsule in een andere buis zijn rit. Van 60 tot 100 seconden komt de capsule verschillende bochten tegen. Na 98 seconden remt de capsule af in de luchtrem welke een



**Figuur 2.** Weergave van de krachten gedurende normaal transport (A) en snel transport (B) met de buizenpost vanaf station 3.

krachtenpiek veroorzaakt. Vervolgens glijdt de capsule uit het station over een glijgoot het laboratorium binnen. Een vergelijkbaar patroon van handelingen is voor snel transport te zien, grafiek 2B, dit vindt echter plaats in een kortere tijd. Daarnaast zijn de krachten die hierbij vrijkomen 1,5 tot 2 keer zo zwaar. Ter illustratie van de krachten, 4g is vergelijkbaar met de versnelling van een auto die accelereert van 0 naar 100 km/uur in 0,7 seconden. Voor het uitdrukken van de vrijgekomen krachten wordt gebruik gemaakt van de afgeleide van de g-krachten welke zijn weergegeven in figuur 2. In een voorstudie bleek dat de krachten die vrijkomen per station verschillen. Op basis van deze studie zijn drie stations geselecteerd voor de validatiestudie met patiëntenmateriaal. Station 1 is een dichtbij het laboratorium gelegen station waarbij de capsule tijdens transport weinig bochten en wissels passeert. Hierbij zijn lage krachten gemeten, zie tabel 1. Station 2 en 3 zijn verder weg gelegen stations waarbij de capsule veel bochten en wissels passeert en waarbij hoge krachten zijn gemeten tijdens transport. Station 3 ligt naast station 2 en beide stations hebben een vergelijkbaar krachtenpatroon en kwamen in de analyse van de metingen naar voren als meest risicovolle stations. Door de resultaten van station 2 en 3 te vergelijken kan bepaald worden of dezelfde krachten een zelfde effect hebben. Door deze resultaten vervolgens te vergelijken met station 1 kan bepaald worden of hogere krachten een grotere afwijking tot gevolg hebben. De stations zijn op zowel normaal als snel transport uitgemeten en daarnaast is vanaf station 3 ook het ambulante transport (via een transportkar) gemeten. Tijdens dit transport heeft echter alleen een krachtenmeting kunnen plaatsvinden. Tabel 1 geeft een resultaatoverzicht van het transport vanaf de drie geselecteerde stations. Met behulp van de sensorcapsule zijn deze trajecten vier keer uitgemeten. Daarnaast is de capsule ook op de transportkar geplaatst om de krachten tijdens ambulante transport te meten. De weergegeven stations zijn geselecteerd op basis van afstand tot het laboratorium en grootte van het getal van de afgeleide kracht. In tabel 1 staan de resultaten van de metingen gedurende het transport vanaf de verschillende stations.

Tussen station 1 en station 2 verandert de afgeleide van krachten (gravitatiekrachten) sterk. Dit is te verklaren doordat de afstand tot het laboratorium die de capsule aflegt vanaf station 2 ruim vier keer zo lang is, daarnaast wordt er ook een ander traject afgelegd. Bij transport op een ander traject zal de capsule op andere punten schudden, versnellen en remmen en dus een andere totale kracht ondervinden. Er is te zien dat de maximale krachten op normaal transport van alle drie de stations nagenoeg gelijk zijn. De maximale g-kracht gemeten vanaf station 3 op snel transport, is hoger dan wanneer de capsule verstuurd is op normaal transport. De afgeleide van de krachten die tijdens het transport gemeten zijn laten een duidelijk verschil zien. Station 2 en 3 geven een klein verschil in de afgeleide. Het verschil kan worden verklaard doordat de capsule alleen het laatste gedeelte van het traject een andere route volgt. Op sneltransport is de totale kracht bij alle drie de stations meer dan 2 keer zo hoog. Bij een kracht >1,5 g is deze zelfs 4 keer groter.

#### Biochemische validatie buizenpost

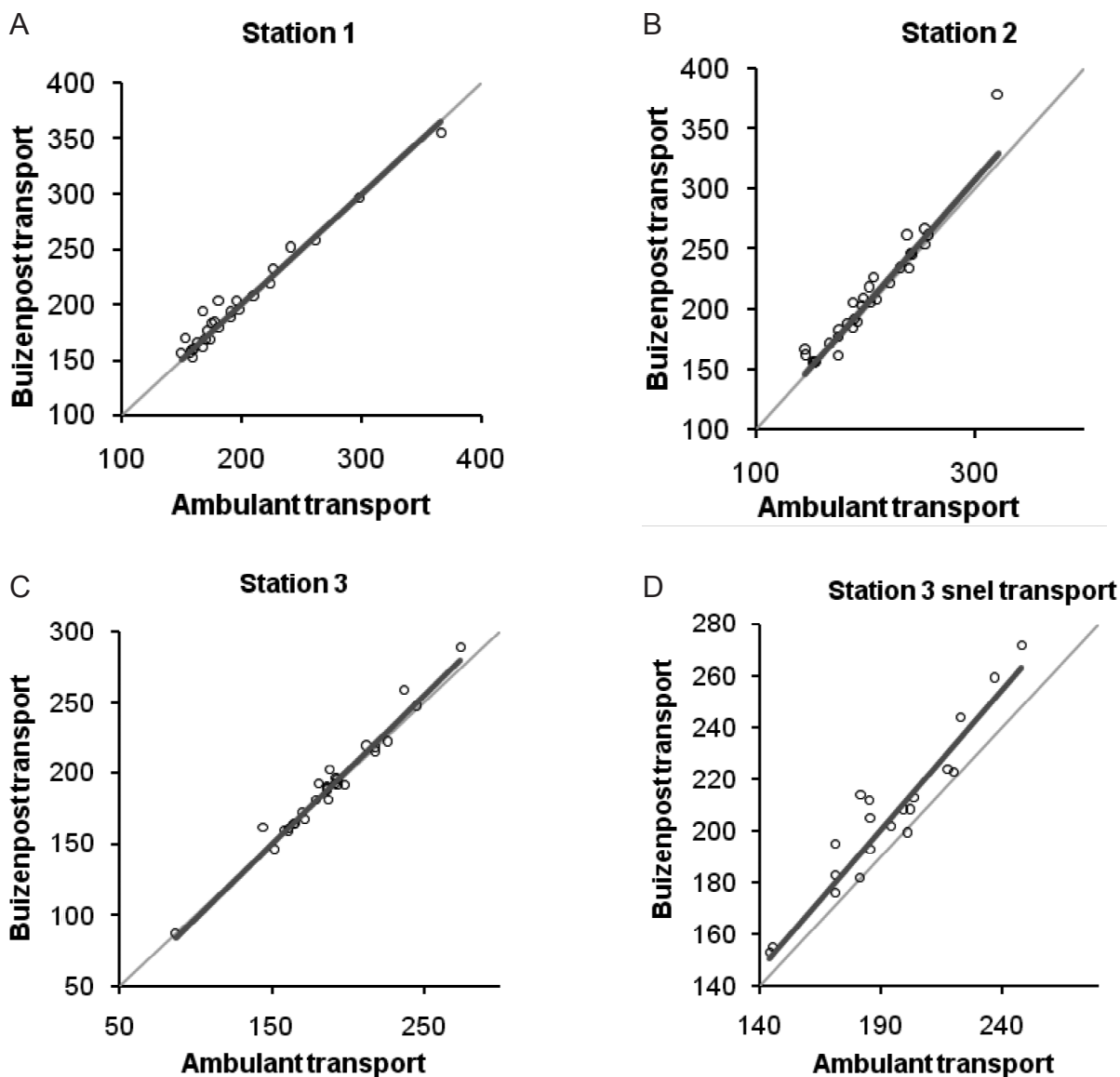
De resultaten van de monsters verstuurd met ambulante- en buizenposttransport (normale en snelle transport snelheid) zijn door middel van Passing-Bablok regressie met elkaar vergeleken. Voor de kalium, hemoglobine, hematocriet, MCV, leukocyten, trombocyten en erythrocyten aantallen, zijn er geen significant afwijkende waarde (95% betrouwbaarheidsinterval) voor de met de buizenpost verstuurde monsters gevonden. Voor de meest hemolyse-gevoelige chemie parameter LD ligt dit echter anders. In figuur 3 staan de Passing-Bablok grafieken weergegeven van de LD bepalingen van buizenpost (y-as) tegen ambulante (x-as) transport. In geval van de normale transportsnelheid is er voor het 95% betrouwbaarheidsinterval geen significant verschil tussen de waarden. In tabel 2 is tevens te zien dat het 95% betrouwbaarheidsinterval van de helling en intercept voor de drie stations vergelijkbaar zijn. Het betrouwbaarheidsinterval laat ook zien dat als gevolg van transport met de buizenpost een verhoging van LD zal plaatsvinden.

**Tabel 1.** Resultaten van de metingen met de sensorcapsule van de drie geselecteerde stations. Gem. is de gemiddelde snelheid; Max. is de maximumsnelheid; Bewegend Gem. is de gemiddelde snelheid tijdens het in beweging zijn van de capsule; Totale kracht: de afgeleide van de kracht; totale kracht >1,5: de afgeleide van de kracht waarbij  $g > 1,5$  is; Max. g: de hoogst gemeten g-kracht die vrijkomt. Daarnaast is de capsule ook op de transportkar geplaatst om de krachten tijdens ambulante transport te meten.

Case informatie				Snelheid (m/s)			Krachten (g)		
Station	Snelheid	Afstand (m)	Duur (s)*	Gem.	Max.	Bewegend Gem.	Totale Kracht	Totale kracht >1,5	Max. g
1	Normaal	40	30	1,3	5,9	2,5	235	16	4,2
1	Snel	40	24	1,7	7,5	3,7	413	79	7,6
2	Normaal	186	95	2,0	5,9	3,3	473	38	4,5
2	Snel	186	70	2,7	9,6	4,8	912	176	7,9
3	Normaal	203	100	2,0	6,7	3,3	479	40	4,3
3	Snel	203	75	2,7	8,8	5,0	979	190	9,1
3	Ambulant	~200	~200**				7	0	0,3

\* afhankelijk van gebruik buizenpost

\*\* Tijdsduur in de meest optimale situatie



**Figuur 3.** Passing-Bablok regressie van LD (in U/l) verstuurd met ambulante- dan wel buizenposttransport. De resultaten van normaal transport vanaf: A, station 1; B, station 2 en C, station 3. De resultaten van sneltransport vanaf station 3 staan weergegeven in D.

Bij vergelijking van normaal en sneltransport vanaf station 3 is te zien dat er naast een toename van de helling, van 1,05 naar 1,08, vooral een toename in het 95% betrouwbaarheidsinterval plaatsvindt, zie tabel 2. Deze afwijking voor LD op snel transport is de grootste gevonden afwijking in het gehele onderzoek. Tevens is er ook een grotere spreiding in de resultaten bij snel transport te zien. Hiermee is aangetoond dat een hogere snelheid een nadelige invloed heeft op de LD resultaten bij het transport met de buizenpost.

### Conclusie en discussie

In dit artikel is een nieuwe methode voor validatie van buizenpostsystemen beschreven. Middels een technische validatie, waarbij gebruik wordt gemaakt van een capsule met geïntegreerde sensoren, kunnen krachten, snelheden en afstanden afgelegd in het buizenpoststelsel worden gemeten. Het is belangrijk om te beseffen dat elk buizenpoststelsel anders is en de gegevens van de leverancier niet zonder meer kunnen worden overgenomen. Met behulp van de meetcapsule is getoond dat de snelheden niet overeenkomen met

de opgegeven waarde, daarnaast heeft een verdubbeling van de snelheid niet direct een halvering van de transporttijd tot gevolg. In tabel 1 is te zien dat de krachten die vrijkomen bij buizenposttransport afhankelijk zijn van de lengte van het buizenposttraject. In een korter traject, zoals vanaf station 1 naar het laboratorium, komen minder krachten vrij dan bij langere trajecten, zoals versturen vanaf station 2 en 3. Tevens beïnvloedt de snelheid de totale vrijgekomen krachten tijdens het transport, deze worden namelijk groter bij sneller transport.

**Tabel 2.** Resultaten van LD bepaling van buizenpost ten opzichte van ambulante transport. Regressie analyse werd gedaan volgens Passing-Bablok. CI = confidence interval

	Helling	95% CI	intercept	95% CI
Station 1	1,00	0,93 to 1,07	0,00	-12,59 to 14,98
Station 2	1,05	0,96 to 1,14	-5,04	-21,57 to 12,39
Station 3	1,05	0,97 to 1,14	-6,84	-24,57 to 6,43
Station 3 snel	1,08	0,91 to 1,27	-4,19	-43,49 to 26,96

Niet alleen bij ingebruikname van een buizenpostsysteem zal dit, net als bij de routine chemie en hematologie analysers, gecontinueerd moeten worden. Tijdens het gebruik, zal net als bij de routine chemie en hematologie analysers, controle moeten blijven plaatsvinden. De casus van Ellis (3) waarbij verhoogde hemolyse wordt veroorzaakt door een niet goed werkend remsysteem, is een goed voorbeeld hiervan. Door gebruik te maken van de in dit artikel beschreven technische validatie is het mogelijk om eenvoudig het buizenpostsysteem uit te meten in soortgelijke situaties. De grafieken, zoals weergegeven in figuur 2, tonen een bestaande situatie waarbij afwijkingen op controlemomenten kunnen duiden op defecten aan het buizenpostsysteem. Door bestudering van de grafieken kan zelfs de plek van een defect worden aangewezen. Door periodiek het buizenpostsysteem uit te meten kunnen veranderingen tijdig geconstateerd en verholpen worden, waardoor problemen voorkomen worden.

Met behulp van de metingen in een preliminaire studie worden de risicovolle stations geselecteerd voor validatie met patiëntenmateriaal. Hierdoor is in ons geval slechts patiëntenmateriaal voor de validatie van drie stations in plaats van 20 stations nodig. Zowel op normaal als op snel transport zijn de verschillen tussen ambulante- en buizenposttransport onderzocht. Uit de resultaten blijkt dat van alle bepalingen de hemolyse gevoelige parameter LD de grootste verandering ondergaat bij sneltransport namelijk  $\pm 8\%$ . Bij normaal transport is dat maximaal  $5\%$ . De veranderingen in de bepalingen van bloedmonsters, getransporteerd met de buizenpost bij normaal transport, blijven binnen de gestelde kwaliteitsnorm van  $5\%$ . Voor de LD getransporteerd op snel transport is dit niet het geval. Daarnaast is bij sneltransport ook de spreiding van de resultaten veel groter geworden.

Er moet worden opgemerkt dat het patiëntenmateriaal dat is gebruikt, is afgenomen bij vrijwilligers op de prikpoli. Soortgelijke casussen als die van Heiner-Fokkema (4) waarbij verhoogde kalium en LD worden gevonden bij patiënten met extreme leukocytose, zijn hier niet uit te sluiten. Het is echter goed mogelijk dat bij een soortgelijk vergelijk met materiaal van klinische patiënten nog grotere afwijkingen worden gevonden. Vervolgonderzoek zal dit echter moeten aantonen. Tevens zal er gekeken moeten worden op welke manier de krachten de kwaliteit van de bloedmonsters beïnvloeden en hoeveel bepaalde waarden zullen stijgen dan wel dalen. Heeft één grote krachten "piek" een groter effect op de kwaliteit van het monster ten opzichte van verschillende kleine "pieken" bij gelijkblijvende totale kracht die vrijkomt.

Zoals beschreven in de inleiding worden monsters voor bloedgas analyse en stollingsonderzoek niet per buizenpost verstuurd binnen de Gelre Ziekenhuizen.

Tevens worden bloedmonsters alleen op normaal transport verstuurd. De stijging van LD op snel transport impliceert enkele bottle necks in het systeem, die eerst opgelost dienen te worden. Uit het oogpunt van kwaliteit is nu slechts normaal transport geoorloofd. De hier gepresenteerde technische validatiemethode voor buizenpostsystemen is op elk moment eenvoudig uit te voeren. Daarnaast zullen deze periodieke metingen van het buizenpostsysteem om kwaliteit van het buizenpostsysteem te borgen niet misstaan als vast onderdeel van het kwaliteitssysteem van het laboratorium.

## Referenties

1. Fernandes CM, Worster A, Eva K, Hill S, McCallum C. Pneumatic tube delivery system for blood samples reduces turnaround times without affecting sample quality. *J Emerg Nurs*. 2006; 32: 139-43.
2. Zaman Z, Demedts M. Blood gas analysis: POCT versus central laboratory on samples sent by a pneumatic tube system. *Clin Chim Acta*. 2001; 307: 101-6.
3. Ellis G. An episode of increased hemolysis due to a defective pneumatic air tube delivery system. *Clin Biochem*. 2009; 42: 1265-9.
4. Heiner-Fokkema MR, Mulder AB, Gijzel AL, van Pelt LJ. Foutief-verhoogde plasmakalium- en lactaatdehydrogenaseconcentraties bij T-cel-prolymfocytenleukemie. *Ned Tijdschr Klin Chem Labgeneesk* 2009; 34: 199-201.
5. van Geest-Daalderop JH, Mulder AB, Boonman-de Winter LJ, Hoekstra MM, van den Besselaar AM. Preanalytical variables and off-site blood collection: influences on the results of the prothrombin time/international normalized ratio test and implications for monitoring of oral anti-coagulant therapy. *Clin Chem*. 2005; 51: 561-8.

## Summary

*Jellema LC, Luijt A, Puts H, Calcoen D, van Suijlen JDE. New method for the validation of pneumatic tube delivery system for blood samples. Ned Tijdschr Klin Chem Labgeneesk 2011; 36: 139-44.*

Pneumatic tube systems (PTS) are widely accepted transport methods within hospitals to reduce the turn-around-time of blood analysis. This article presents a new method to validate a PTS used for transport of blood samples. To gain more insight into PTS, a technical validation is performed using a capsule with integrated sensors to measure gravitation forces, distance and time during transport. Based on the results of the technical validation, PTS-stations at risk were selected for the biochemical validation with blood samples. Passing-Bablok regression analysis showed no clinical significant difference (95% confidence interval) for blood analysis performed after transport by pneumatic tube system, at a speed of 4 m/s, compared to normal transport. However, when increasing velocity of the PTS significant differences were found. In our opinion the technical validation should be performed on a periodic basis to ensure the quality of samples sent by PTS and should be included in a quality system of the laboratory.

*Keywords: LD release, validation; method; pneumatic tube system; quality*