

KHẢO SÁT RỐI LOẠN VỀ KHÍ MÁU ĐỘNG MẠCH VÀ ĐIỆN GIẢI CỦA BỆNH NHÂN NẶNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP XÉT NGHIỆM NHANH TẠI GIƯỜNG BỆNH (POCT) NHẬP VIỆN KHOA CẤP CỨU BỆNH VIỆN CHỢ RẪY

Trương Thế Hiệp, Phạm Trí Dũng, Lê Phước Đại, Phạm Văn Khiêm, Võ Hạnh Tôn Thất Quang Thắng, Trịnh Hoàng Nguyên, Hồ Khánh Thành, Vũ Thị Thanh Hương
Khoa Cấp cứu Bệnh viện Chợ Rẫy

Tóm tắt

Đặt vấn đề: Các rối loạn khí máu động mạch và điện giải của nhóm bệnh lý nặng nhập viện tại khoa Cấp cứu chưa từng được khảo sát trong nước. Việc phát hiện rối loạn nặng, chẩn đoán nhanh, chính xác để đưa ra quyết định điều trị hiệu quả là một yêu cầu thiết yếu. **Mục tiêu nghiên cứu:** Khảo sát rối loạn về khí máu động mạch và điện giải từ đó tìm ra tỉ lệ các rối loạn nặng của bệnh nhân nặng tại khoa Cấp cứu Bệnh viện Chợ Rẫy. **Thiết kế nghiên cứu:** Một nghiên cứu hồi cứu mô tả hàng loạt ca. Bệnh nhân được triage ưu tiên 1, được điều trị tại phòng hồi sức tích cực (khoa Cấp cứu, Bệnh viện Chợ Rẫy), có chỉ định làm khí máu động mạch bằng POCT (iSTAT® CG8) từ 01/6/2016 đến 31/8/2016 được đưa vào nghiên cứu. **Kết quả nghiên cứu:** có 203 trường hợp được đưa vào nghiên cứu. Tuổi trung bình là 50,2, nhóm tuổi 25-49 chiếm tỉ lệ 74,8%, tỉ lệ nam/nữ là 1,25. Tỉ lệ chấn thương/không chấn thương là 1,13 với tỉ lệ chấn thương sọ não và bệnh lý hô hấp có tỉ lệ cao. Đa số bệnh nhân có tình trạng sốc. Đa số bệnh nhân chấn thương có khí máu động mạch bình thường trong khi không chấn thương có kết quả toan kiềm hỗn hợp. Tình trạng sốc gây toan chuyển hóa cao trong khi không sốc tỉ lệ khí máu động mạch bình thường là chủ yếu. Bệnh nhân chấn thương có trung bình đường huyết cao hơn, Kali thấp hơn trong khi tình trạng sốc có thể gây đường huyết cao hơn, Natri thấp hơn. Có 14,7% bệnh nhân có PaO₂ <40mmHg, 10,3% có pH<6,9 và 22,2% có pCO₂>45mmHg. Có 10,8% bệnh nhân có đường huyết <70mg/dl, 31% đường huyết >200mg/dl. Có 11,8% Natri máu <120mmol/l trong khi 13,3% Natri máu >160mmol/l. Có 12,8% Kali máu <2,8mmol/l trong khi 15,2% có Kali máu >5,5mmol/l. Sử dụng POCT cho kết quả nhanh hơn: 2,67 phút với chi phí cao hơn không đáng kể. **Kết luận:** Kết quả nghiên cứu cho thấy được các tần suất rối loạn khí máu động mạch, điện giải của các nhóm bệnh nặng thường vào Cấp cứu cũng như cho thấy các tỉ lệ rối loạn nặng có thể gây nguy hiểm. Từ đó, việc chẩn đoán nhanh, chính xác bằng POCT sẽ giúp có được chiến lược điều trị hiệu quả.

Từ khóa: Cấp cứu, khí máu động mạch, Bệnh viện Chợ Rẫy

Abstract

EVALUATE DISORDERS OF ARTERIAL BLOOD GASES AND ELECTROLYTES IN CRITICAL PATIENTS BY USING POINT-OF-CARE TESTING (POCT) IN EMERGENCY DEPARTMENT, CHORAY HOSPITAL

Trương Thế Hiệp, Phạm Trí Dũng, Lê Phước Đại, Phạm Văn Khiêm, Võ Hạnh Tôn Thất Quang Thắng, Trịnh Hoàng Nguyên, Hồ Khánh Thành, Vũ Thị Thanh Hương
Emergency Department, Cho Ray Hospital

Background: Study of disorders of arterial blood gases (ABG) and electrolytes in critical patients in emergency department has not been evaluated before in Vietnam. Detecting serious disorders, quickly and accurately diagnosing to make an effective treatment decision is an essential requirement. **Objectives:** This study aimed to evaluate disorders of arterial blood gases and electrolytes of critical patients and to find out the percentages of serious disorders in Emergency department, Cho Ray Hospital. **Study design:** A retrospective describes a series of cases. 203 patients classified with a “priority triage group 1”, being treated in Intensive care unit of Emergency department and had indications of doing ABG and electrolytes

by POCT iSTAT® CG8 from 06/01/2016 to 08/31/2016 were surveyed in this study. **Results:** 203 cases were surveyed. Mean age was 50.2. 25-49 age group accounted for 74.8% , men/women was 1.26. Trauma/non-trauma was 1.13 with the rate of head trauma and respiratory diseases were high. Most of them were in shock condition. Most of trauma patients had normal ABGs when non-trauma patients had mixed acid-base disorders. Shock condition went with a high percentage of metabolic acidosis when non-shock condition went with a normal ABGs. Trauma patients had glycemia higher, kalemia lower than non-trauma patients. . Shock condition went with higher glycemia and lower natremia than non-shock condition. Upto 14.7% had PaO₂ <40mmHg, 10.3% had pH<6.9 and 22.2% had pCO₂>45mmHg. And 10.8% had glycemia <70mg/dl when 31% had glycemia >200mg/dl. Upto 11,8% Natremia <120mmol/l when 13.3% Natremia >160mmol/l. And 12.8% Kalemia <2.8mmol/l when 15.2% Kalemia >5.5mmol/l. Using POCT gave faster result-time: 2.67 minutes when medical costs are acceptable. **Conclusion:** Research results showed the percentages of serious disorders of ABG and electrolytes of critical patients in Emergency Department, Cho Ray Hospital and the essentials of using POCT to have faster results to get better treatments.

Key words: Emergency medicine, ABG, Cho Ray Hospital

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thực hành lâm sàng hiện nay, các trường hợp chấn thương nặng, các bệnh lý nội ngoại khoa nặng được nhập viện tại khoa Cấp cứu Bệnh viện Chợ Rẫy (BVCR) ngày càng nhiều. Như các trường hợp suy hô hấp cấp cần được chẩn đoán phân biệt nhanh giữa suy hô hấp giảm oxy máu hay suy hô hấp tăng thần cũng như các trường hợp rối loạn chuyển hóa nặng như choáng nhiễm trùng, suy đa cơ quan cần được phát hiện sớm để từ đó đưa ra quyết định điều trị kịp thời và hiệu quả.

Nghiên cứu của Adekola và cộng sự thực hiện tại Nigeria năm 2012 [9] cho ta tỉ lệ rối loạn nghiêm trọng (có thể gây nguy hiểm) của khí máu động mạch trong nhóm bệnh nhân nặng tại khoa Cấp cứu là 13,33%. Từ đó, việc chẩn đoán nhanh, chính xác các rối loạn chuyển hóa nói chung, tình trạng rối loạn khí máu động mạch, điện giải nói riêng rất quan trọng đối với bệnh nhân nằm trong diện chăm sóc đặc biệt tại khoa Cấp cứu.

Để giải quyết những vấn đề liên quan đến thời gian trả kết quả, tại Pháp từ năm 1998-1999 bác sĩ Sediame và cộng sự đã sử dụng công cụ chẩn đoán tại chỗ [16] để phân tích khí máu động mạch cho kết quả nhanh và chứng minh được sai số cho phép đối với hệ thống máy chính tại trung tâm chẩn đoán tại bệnh viện.

Tại Khoa Cấp cứu Bệnh viện Chợ Rẫy, hiện nay, chúng tôi đang bắt đầu sử dụng xét nghiệm mẫu khí máu động mạch tại giường bệnh nhằm có được kết quả rối loạn toan kiềm, điện giải đồ với thời gian nhanh và kết quả chính xác giúp kịp thời ra quyết định điều trị tốt nhất cho bệnh nhân, đặc biệt là những bệnh nhân nặng được điều trị trong phòng hồi sức tích cực của khoa.

Chúng tôi thực hiện nghiên cứu này với mong muốn khảo sát vai trò của kết quả khí máu động

mạch bằng nhanh tại giường bệnh nhằm phát hiện sớm các rối loạn nghiêm trọng về toan kiềm và điện giải đồ của bệnh nhân nặng đang được điều trị tại Phòng Hồi sức tích cực của Khoa Cấp cứu Bệnh viện Chợ Rẫy. Với những kết quả có được, chúng tôi hi vọng phát hiện sớm và điều trị, điều chỉnh nhanh hơn các rối loạn nghiêm trọng, có thể ảnh hưởng đến tính mạng để bệnh nhân có thể hồi phục và không bị mất “thời gian vàng” trong điều trị tại Cấp cứu.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đây là nghiên cứu hồi cứu, mô tả, từ 6/2016 đến 08/2016 tại khoa Cấp cứu, Bệnh viện Chợ Rẫy. **Tiêu chuẩn chọn bệnh:** Bệnh nhân được nhập và điều trị tại khoa Cấp Cứu, Bệnh viện Chợ Rẫy được triage là bệnh nặng ưu tiên 1 và được điều trị tại phòng Hồi sức tích cực của Khoa Cấp cứu BVCR. Có chỉ định làm khí máu động mạch để khảo sát toan kiềm và rối loạn điện giải.

Đồng ý bằng văn bản việc tham gia nghiên cứu (Bởi bệnh nhân hoặc thân nhân bệnh nhân)

Tiêu chuẩn loại trừ: Không đồng ý tham gia nghiên cứu (Bởi bệnh nhân hoặc thân nhân bệnh nhân)

Cỡ mẫu: Nghiên cứu của Adekola và cộng sự thực hiện tại Nigeria năm 2012 [1] cho ta tỉ lệ rối loạn nặng khí máu động mạch trong nhóm bệnh nhân nặng là 13,33%

Với sai số cho phép 5% (0,05). Ta có công thức tính cỡ mẫu cho tỉ lệ như sau:

$$n \geq \left(\frac{1,96}{0,05} \right)^2 \times 0,133 \times 0,867 = 177,19$$

Cần ít nhất 178 trường hợp để thực hiện nghiên cứu này.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Trong thời gian từ tháng 01/06/2016 đến hết 31/08/2016, có 203 trường hợp nhập viện tại khoa Cấp cứu Bệnh viện Chợ Rẫy, có chỉ định làm khí máu động mạch, được chúng tôi ghi nhận dữ liệu và đưa vào mẫu nghiên cứu. Sau khi xử lý số liệu, chúng tôi có kết quả sau:

3.1. Tuổi

Tuổi nhỏ nhất: 13 tuổi, Tuổi lớn nhất: 89 tuổi,

Trung bình: $50,1 \pm 19,7$

3.2. Giới tính: Số bệnh nhân nam: 113 (55,7%)
Số bệnh nhân nữ: 90 (44,3%)

3.3. Các dạng bệnh lý

Trong nghiên cứu của chúng tôi, khi khảo sát các trường hợp bệnh nặng được triage mức độ 1, được đưa vào phòng hồi sức tích cực, có 2 nhóm bệnh mà cách tiếp cận và xử trí có phần khác nhau: chấn thương và không chấn thương

Loại bệnh lý	Số trường hợp	Phần trăm (%)
Chấn thương	108	53,2
Không chấn thương	95	46,8
Tổng	203	100

3.4. Các loại bệnh chấn thương

Trong các loại bệnh chấn thương nặng nhập viện, được điều trị trong phòng hồi sức tích cực

khoa Cấp cứu, tỉ lệ bệnh nhân chấn thương sọ não chiếm nhiều nhất với tỉ lệ 72,2% (78/108)

Các loại bệnh chấn thương	Số trường hợp	Phần trăm (%)
Sọ não	78	38.4
Ngực	28	13.8
Bụng	35	17.2
Chỉnh hình	49	24.1
Mạch máu	13	6.4
Đa chấn thương	24	11.8
Tổng	108	100

3.5. Các loại bệnh không chấn thương

Trong các loại bệnh không chấn thương nặng nhập viện, được điều trị trong phòng hồi sức tích cực khoa Cấp cứu, các loại bệnh nội khoa thường rất đa dạng từ các bệnh lý về hô hấp, về tim mạch, tiêu hóa, nội thận, nội tiết... đến các loại ngộ độc nặng,

các tai nạn điện, phỏng.

Tuy nhiên, với các trường hợp cần làm khí máu động mạch tại Cấp cứu để chẩn đoán và theo dõi điều trị. Có 5 chuyên khoa có tỉ lệ cao tại phòng hồi sức tích cực:

Các loại bệnh không chấn thương	Số trường hợp	Phần trăm (%)
Hô hấp	34	35,7
Tim mạch	15	15,7
Tiêu hóa	13	13,7
Nội thận	20	21,1
Nội tiết	8	8,4
Khác	5	5,3
Tổng	95	100

Tại Anh và Pháp [10][11], tỉ lệ bệnh nội khoa là bệnh lý tim mạch nhiều hơn khi nhập viện khoa Cấp cứu nói chung và bệnh nặng nói riêng. Bệnh hô hấp

chỉ đứng hàng thứ 2 và thứ 3. Điều này có thể được giải thích do môi trường khác nhau, tập quán ăn uống nhiều đạm mỡ dẫn đến các bệnh lý tim mạch

có cơ hội phát triển mạnh.

3.6. Tình trạng sốc

Trong các tiêu chuẩn triage bệnh nhân mức độ 1 để điều trị trong phòng hồi sức tích cực, tiêu chuẩn

bệnh nhân trong tình trạng choáng hay sốc luôn được quan tâm vì tính khẩn trương trong thực hiện. Chúng tôi thấy được với bảng 1, các chỉ số sinh hiệu được mô tả như sau:

Chỉ số	Trung bình
Mạch (lần/phút)	102,2 ± 12,4
Huyết áp trung bình (mmHg)	65,4 ± 34,1
Nhịp thở (lần/phút)	22,5 ± 8,4
Nhiệt độ (°C)	37,2 ± 4,6
SpO ₂ (%)	91,2 ± 7,5

Nhận xét: Mạch trung bình của bệnh nhân thường nhanh, huyết áp trung bình thấp nhịp thở tăng, nhiệt độ thường không cao và SpO₂ không thay đổi nhiều

Khi so sánh với các tác giả khác ở tây Âu, chúng tôi có kết quả tương tự. Với tiêu chuẩn sốc hay choáng, kết quả chúng tôi cho thấy tỉ lệ bệnh nhân có tình trạng choáng cao hơn

Tình trạng	Số trường hợp	Phần trăm (%)
Có sốc	143	70.4
Không sốc	60	29.6
Tổng	203	100

3.7. Các rối loạn về khí máu động mạch

Trong khảo sát của chúng tôi, có 05 chỉ số cơ bản mà chúng tôi muốn thu thập. Đó là pH, pO₂,

pCO₂, HCO₃⁻ và SaO₂. Chúng tôi muốn đưa ra kết quả khái quát về các chỉ số để từ đó có thể biện luận được kết quả khí máu của bệnh nhân.

Yếu tố	Giá trị
pH	7,2 ± 2,1
pO ₂ (mmHg)	58,7 ± 8,2
pCO ₂ (mmHg)	45,5 ± 10,2
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	18 ± 7,3
SaO ₂ (%)	89,2 ± 11,2

Bảng 2. Các chỉ số khí máu động mạch

Khi phân tích gộp các chỉ số khí máu động mạch, chúng tôi có kết quả như sau

Kết quả khí máu động mạch	Số trường hợp	Phần trăm (%)
Bình thường	50	24,6
Toan chuyển hóa đơn thuần	52	25,6
Toan hô hấp đơn thuần	40	19,7
Kiềm chuyển hóa đơn thuần	10	4,9
Kiềm hô hấp đơn thuần	8	3,9
Toan kiềm hỗn hợp	43	21,2
Tổng	203	100

3.8. Với các bệnh nhân có sốc và không sốc

Đối với bệnh nhân có sốc và không sốc, tần suất các rối loạn khí máu rất khác nhau.

- Ở bệnh nhân có tình trạng sốc, tỉ lệ toan chuyển hóa đơn thuần chiếm tỉ lệ rất cao 31,4%

(45/143), sau đó đến toan kiềm hỗn hợp chiếm 27,9% (40/143)

- Ở bệnh nhân không tình trạng sốc, tỉ lệ khí máu đông mạch bình thường chiếm 46,7% (28/60), các tỉ lệ khác thấp hơn.

3.9. Các rối loạn về đường huyết, Natri và Kali

Yếu tố	Giá trị
Đường huyết (mg/dl)	137,4 ± 24,1
Natri (mmol/l)	129,6 ± 18,2
Kali (mmol/l)	3,6 ± 2,2

Yếu tố	Chấn thương N=108	Không chấn thương N=95	p
Đường huyết	145,3 ± 22,1	121,3 ± 42,1	<0,001
Natri	128,4 ± 17,2	129,3 ± 22,2	0,7
Kali	3,5 ± 1,6	4,6 ± 2,1	<0,001

Yếu tố	Sốc N=143	Không sốc N=60	p
Đường huyết	146,2 ± 22,1	100,3 ± 42,1	<0,001
Natri	120,4 ± 16,5	131,3 ± 24,4	<0,001
Kali	4,9 ± 2,6	3,6 ± 2,7	<0,001

3.10. Các rối loạn nặng

Có đến 14,7% trường hợp có PaO₂<40mmHg

Kết quả PaO ₂	Số trường hợp	Phần trăm (%)
>60 mmHg	110	54,2
40 – 60 mmHg	63	31,0
<40mmHg	30	14,8
Tổng	203	100

Tỉ lệ bệnh nhân có pH máu giảm dưới 6,9 là 9,9% (20/203).

Kết quả pH	Số trường hợp	Phần trăm (%)
>7.35	98	48,3
6,9 – 7,35	85	41,9
<6,9	20	9,9
Tổng	203	100

Tỉ lệ bệnh nhân có pCO₂ máu tăng trên 45mmHg là 22,2% (45/203)

Kết quả pCO ₂	Số trường hợp	Phần trăm (%)
<35mmHg	86	42,4
35-45mmHg	72	35,5
>45mmHg	45	22,2
Tổng	203	100

Tỉ lệ bệnh nhân có đường huyết thấp cần can thiệp nhanh là 10,8% (22/203)

Kết quả đường huyết	Số trường hợp	Phần trăm (%)
<70mg/dl	22	10,8
70-200mg/dl	118	58,1
>200mg/dl	63	31,1
Tổng	203	100

Tỉ lệ bệnh nhân có Natri máu thấp là 11,8% (24/203) trong khi số bệnh nhân có Natri cao cao là 13,3% (27/203).

Kết quả Natri	Số trường hợp	Phần trăm (%)
<120mmol/l	24	11,8
120-160mmol/l	152	74,9
>160mmol/l	27	13,3
Tổng	203	100

Tỉ lệ bệnh nhân có Kali máu thấp là 12,8% (26/203) trong khi số bệnh nhân có Kali máu cao là 15,2% (31/203).

Kết quả Kali	Số trường hợp	Phần trăm (%)
<2,8mmol/l	26	12,8
2,8-5,5mmol/l	146	71,9
>5,5mmol/l	31	15,3
Tổng	203	100

Ưu điểm POCT:

Thời gian thực hiện và trả kết quả cho các xét nghiệm POCT (2,67 phút) thực sự nhanh hơn với các kết quả KMDM và sinh hóa trung tâm

Đối với các trường hợp nhập viện có Bảo hiểm Y tế, việc chi trả cho POCT iSTAT® cao hơn không đáng kể

4. KẾT LUẬN

4.1. Các đặc điểm của nhóm bệnh nặng tại khoa Cấp cứu

- Đa số trong tuổi lao động, tỉ lệ nam/nữ là 1,25
- Tỉ lệ chấn thương/không chấn thương là 1,13 với tỉ lệ chấn thương sọ não và bệnh lý hô hấp có tỉ lệ cao.

- Đa số bệnh nhân nhập viện có tình trạng sốc.

4.2. Các đặc điểm khí máu động mạch

- 24,6% trường hợp bình thường, nhiễm toan nhiều hơn kiềm.

- Đa số bệnh nhân chấn thương có khí máu động mạch bình thường trong khi không chấn thương có kết quả toan kiềm hỗn hợp.

- Tình trạng sốc gây toan chuyển hóa cao trong

khi không sốc tỉ lệ khí máu động mạch bình thường là chủ yếu.

4.3. Các đặc điểm đường huyết, Natri, Kali

- Bệnh nhân chấn thương có trung bình đường huyết cao hơn, Kali thấp hơn so với nhóm không chấn thương. Bệnh nhân sốc có trung bình đường huyết cao hơn, Natri thấp hơn và Kali cao hơn so với nhóm không sốc.

4.4. Các rối loạn nặng về khí máu động mạch

- 14,7% bệnh nhân có PaO₂ <40mmHg
- 10,3% bệnh nhân có pH<6,9
- 22,2% bệnh nhân có pCO₂>45mmHg
- 10,8% có đường huyết <70mg/dl và 31% đường huyết >200mg/dl
- 11,8% Natri máu <120mmol/l và 13,3% Natri máu >160mmol/l
- 12,8% Kali máu <2,8mmol/l và 15,2% Kali máu >5.5mmol/l

4.5. Ưu điểm POCT iSTAT® trong nghiên cứu

- Thời gian có kết quả nhanh, trung bình 2,67 phút.
- Kinh tế y tế so với các xét nghiệm riêng lẻ cao hơn không đáng kể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Lê Hữu Thiện Biên (2013), "Phân tích khí máu động mạch", Giáo trình hồi sức cấp cứu chống độc, Tr:145-152
2. Lê Hữu Thiện Biên (2013), "Rối loạn Natri máu", Giáo trình hồi sức cấp cứu chống độc, Tr:154-164
3. Lê Hữu Thiện Biên (2013), "Toan chuyển hóa và kiềm chuyển hóa", Giáo trình Hồi sức cấp cứu chống độc, Tr: 165-172
4. Tôn Thất Quỳnh Ái (2013), "Triage trong chấn thương", Giáo trình Hồi sức cấp cứu chống độc, Tr: 175-183
5. Trương Ngọc Hải (2013), "Suy hô hấp", Giáo trình Hồi sức cấp cứu chống độc, Tr:1-11
6. Phan Thị Xuân (2013), "Hội chứng suy hô hấp cấp nguy kịch", Giáo trình Hồi sức cấp cứu chống độc, Tr:12-25
7. Phạm Thị Ngọc Thảo (2013), "Cơn hen phế quản nặng", Giáo trình Hồi sức cấp cứu chống độc, Tr:26-33
8. Phạm Thị Ngọc Thảo (2013), "Đợt kịch phát bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính", Giáo trình Hồi sức cấp cứu chống độc, Tr:35-43

Tiếng Anh

9. Adekola et al. (2012), "The incidence of electrolyte and acid-base abnormalities in critically ill patients using point of care testing (i-STAT portable analyser)", *Nig Q J Hosp Med*. 2012 Apr-Jun;22(2):103-8.
10. Jatlow P.(1993), "Point of care laboratory testing in the emergency department". *Am J Clin Pathol.*;100:591.
11. Parvin CA, Lo SF, Deuser SM, Weaver LG, Lewis LM, Scott MG (1996), "Impact of point-of-care testing on patients' length of stay in a large emergency department". *Clin Chem*. 1996;42:711-7.
12. Kendall J, Reeves B, Clancy M. (1998) "Point of care testing: randomised controlled trial of clinical outcome". *BMJ*. 1998;316:1052-7.
13. Gilbert HC, Szokol JW. (2014),"Point of care technologies". *Int Anesthesiol Clin*. 2004;42:73-94.
14. Vos G, Engel M, Ramsay G, van Waardenburg D. (2006), "Point-of-care blood analyzer during the inter-hospital transport of critically ill children." *Eur J Emerg Med.*;13:304-7.
15. Connelly NR, Magee M, Kiessling B. (1996), "The use of the iSTAT portable analyzer in patient undergoing cardiopulmonary bypass". *J Clin Monit Comput*. 1996;12:311-5.
16. Sediame S, Zerah-Lancner F, d'Ortho MP, Adnot S, Harf A. (1999), "Accuracy of the i-STAT bedside blood gas analyser". *Eur Respir J*. 1999;14:214-7.
17. Murthy JN, Hicks JM, Soldin SJ. Evaluation of i-STAT portable clinical analyzer in a neonatal and pediatric intensive care unit. *Clin Biochem*. 1997;30:385-9.
18. Mock T, Morrison D, Yatscoff R. Evaluation of the i-STAT system: a portable chemistry analyzer for the measurement of sodium, potassium, chloride, urea, glucose and hematocrit. *Clin Biochem*. 1995;28:187-92.
19. Jacobs E, Vadasdi E, Sarkozi L, Colman N. Analytical evaluation of i-STAT portable clinical analyzer and use by nonlaboratory healthcare professionals. *Clin Chem*. 1993;39:1069-74.
20. Bingham D, Kendall J, Clancy M. The portable laboratory: an evaluation of the accuracy and reproducibility of i-STAT. *Ann Clin Biochem*. 1999;36:66-71.
21. Pidetcha P, Ornvichian S, Chalachiva S. Accuracy and precision of the i-STAT portable clinical analyzer: an analytical point of view. *J Med Assoc Thai*. 2000;83:445-50.
22. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1:307-10.
23. Papadea C, Foster J, Grant S, et al. Evaluation of the i-STAT portable clinical analyzer for point-of-care blood testing in the intensive care units of a university children's hospital. *Ann Clin Lab Sci*. 2002;32:231-43.
24. Steinfelder-Visscher J, Weerwind PW, Teerenstra S, Brouwer MH. Reliability of point-of-care hematocrit, blood gas, electrolyte, lactate and glucose measurement during cardiopulmonary bypass. *Perfusion*. 2006;21:33-7.
25. Steinfelder-Visscher J, Weerwind PW, Teerenstra S, Pop GA, Brouwer RM. Conductivity-based hematocrit measurement during cardio-pulmonary bypass. *J Clin Monit Comput*. 2007;21:7-12.
26. Rossi AF, Khan D (2004). "Point of care testing: improving pediatric outcomes". *Clin. Biochem*. 37 (6): 456-61
27. Tran NK, Kost GJ (2006). "Worldwide point-of-care testing: compendiums of POCT for mobile, emergency, critical, and primary care and of infectious diseases tests". *Point of Care: the Journal of Near-Patient Testing & Technology* 5: 84-92.
28. "Special Edition in Public Health". *Point of Care: the Journal of Near-Patient Testing & Technology*. December 2006.
29. Kost, G.J. (2006). "1. Overview of point-of-care testing: Goals, guidelines, and principles". In Charuruks N. *Point of Care Testing for Thailand (in Thai)*. Bangkok. pp. 1-28.
30. Kost, G.J. (2006). "10. Point-of-care testing in province hospitals and primary care units (PCUs): Optimizing critical care and disaster response". In Charuruks N. *Point of Care Testing for Thailand (in Thai)*. Bangkok. pp. 159-77.