

Đặc điểm độ phân bố kích thước bạch cầu đơn nhân (MDW) ở bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết vào cấp cứu tại Bệnh viện Bạch Mai

Monocyte distribution width (MDW) in patients with sepsis admitted to the Emergency Department of Bach Mai Hospital

Nguyễn Ngọc Uyển*, Đỗ Ngọc Sơn**, Đỗ Thanh Hòa*,
Vũ Phi Hải*, Nguyễn Anh Tuấn**, Lương Quốc Chính**,
Nguyễn Tuấn Tùng**, Nguyễn Thế Anh***

*Bệnh viện Trung ương Quân đội 108,
**Bệnh viện Bạch Mai,
***Bệnh viện Quân y 110

Tóm tắt

Mục tiêu: Đánh giá đặc điểm độ rộng phân bố kích thước bạch cầu đơn nhân (MDW - Monocyte distribution width) ở bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết vào cấp cứu tại Bệnh viện Bạch Mai. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu tiền cứu, mô tả cắt ngang trên bệnh nhân (≥ 18 tuổi) nhập Trung tâm Cấp cứu A9 từ tháng 4 đến tháng 5 năm 2022 được làm công thức máu toàn bộ và MDW. Tổng số 606 bệnh nhân được đưa vào nghiên cứu chia làm 2 nhóm: 144 bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết (NKH) theo tiêu chuẩn Sepsis-3 và 462 bệnh nhân nhóm chứng không bị nhiễm khuẩn huyết. **Kết quả:** Giá trị MDW ở bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết ($31,16 \pm 8,22$) cao hơn có ý nghĩa so với nhóm không nhiễm khuẩn huyết ($18,92 \pm 2,86$), $p < 0,001$. MDW ở nhóm suy từ 2 tạng trở lên là $34,74 \pm 9,49$ cao hơn có ý nghĩa so với nhóm rối loạn chức năng < 2 tạng là $28,67 \pm 6,12$ ($p < 0,001$). MDW ở bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn ($38,74 \pm 8,95$) cao hơn có ý nghĩa so với nhóm không sốc nhiễm khuẩn là ($28,34 \pm 5,83$) ($p < 0,001$). MDW ở nhóm tử vong ($38,94 \pm 10,04$) cao hơn có ý nghĩa so với nhóm sống ($29,60 \pm 6,86$) ($p < 0,001$). **Kết luận:** Giá trị MDW ở nhóm nhiễm khuẩn huyết cao hơn có ý nghĩa so với nhóm không nhiễm khuẩn huyết. MDW tăng theo mức độ nặng của nhiễm khuẩn huyết (MDW cao hơn ở nhóm tử vong, nhóm suy đa tạng và sốc nhiễm khuẩn so với nhóm sống, nhóm không suy đa tạng và không sốc nhiễm khuẩn).

Từ khóa: Độ phân bố kích thước bạch cầu đơn nhân (MDW), nhiễm khuẩn huyết, sốc nhiễm khuẩn.

Summary

Objective: To evaluate the characteristics of monocyte distribution width (MDW) in patients with sepsis emergency admitted to Bach Mai Hospital. **Subject and method:** A prospective, cross-sectional study of patients (≥ 18 years of age) admitted to the A9 Emergency Center from April to May 2022 who were the complete blood count and MDW. A total of 606 patients were recruited in the study and were divided into 2 groups: 144 patients with sepsis according to Sepsis-3 criteria

Ngày nhận bài: 17/10/2022, ngày chấp nhận đăng: 26/10/2022

Người phản hồi: Nguyễn Ngọc Uyển, Email: druyen108@gmail.com - Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

and 462 patients in the control group without sepsis. *Result:* The MDW value in patients with sepsis (31.16 ± 8.22) was significantly higher than that in the group without sepsis (18.92 ± 2.86) ($p < 0.001$). MDW in the group of multiorgan failure was 34.74 ± 9.49 significantly higher than that in organ dysfunction group < 2 organs was 28.67 ± 6.12 ($p < 0.001$). MDW in patients with septic shock (38.74 ± 8.95) was significantly higher than that in the group without septic shock (28.34 ± 5.83) ($p < 0.001$). MDW in non-survival group (38.94 ± 10.04) was significantly higher than in survival group (29.60 ± 6.86) ($p < 0.001$). *Conclusion:* MDW value was significantly higher in the sepsis group than that in the control group. MDW increased with the severity of sepsis (MDW in the survival group, multi-organ failure group and septic shock group was significantly higher than the survival group, < 2 organ failure and no septic shock group).

Keywords: Monocyte distribution width (MDW), sepsis, septic shock.

1. Đặt vấn đề

Nhiễm khuẩn huyết (NKH) là bệnh lí thường gặp tại khoa cấp cứu, có tiên lượng nặng, tỷ lệ tử vong cao [9]. Việc chẩn đoán NKH tại Khoa Cấp Cứu vẫn là một thách thức vì các triệu chứng lâm sàng không đặc hiệu. Do đó, các dấu ấn sinh học có vị trí quan trọng không chỉ giúp chẩn đoán sớm, đánh giá mức độ nặng và tiên lượng bệnh. Các dấu ấn sinh học hiện có của NKH như PCT, CRP, IL-6 và lactate... chỉ được chỉ định khi bệnh nhân đã có nguy cơ cao về nghi ngờ lâm sàng, kết quả xét nghiệm thường mất thêm thời gian chờ kết quả và có chi phí cao.

Trong các phản ứng bảo vệ của cơ thể với mầm bệnh, sự kích hoạt miễn dịch bẩm sinh là cơ chế bảo vệ đầu tiên và sự thay đổi thể tích bạch cầu đơn nhân được coi là chỉ số sớm phản ánh trạng thái kích hoạt miễn dịch bẩm sinh đó. Độ rộng phân bố kích thước bạch cầu đơn nhân (MDW) là một thông số hình thái bạch cầu đơn nhân trong máu ngoại vi có thể dễ dàng phát hiện bằng máy phân tích tế bào máu tự động và có thể cung cấp cho bác sĩ lâm sàng thông tin quan trọng về sự thay đổi thể tích tế bào trong quần thể bạch cầu đơn nhân máu ngoại vi một cách nhanh chóng và chi phí thấp. Đây là một dấu ấn sinh học mới đã được Cơ quan Quản lý Thực phẩm và Dược phẩm Hoa Kỳ (FDA) và châu Âu (CE) đều đã cấp phép ứng dụng lâm sàng của họ trong việc phát hiện nhiễm khuẩn huyết và phát triển nhiễm khuẩn huyết ở bệnh nhân người lớn trong Khoa Cấp cứu.

Hầu hết các nghiên cứu cho thấy MDW bất thường khi xuất hiện làm tăng tỷ lệ NKH. Khi xem xét sự kết hợp của MDW và số lượng tế bào bạch cầu (WBC) trong đánh giá NKH ở khoa cấp cứu có thể làm tăng độ nhạy và độ đặc hiệu của chẩn đoán NKH [2, 3, 4]. Ngoài ra, MDW có hiệu suất chẩn đoán tương đương với các dấu ấn sinh học thông thường (CRP và PCT) [6, 8] và có giá trị tiên lượng trong NKH. Tại Việt Nam chưa có nhiều các nghiên cứu đánh giá đặc điểm của chỉ số MDW ở bệnh nhân NKH. Vì vậy chúng tôi tiến hành đề tài này nhằm mục tiêu: *Đánh giá giá trị của độ phân bố kích thước bạch cầu đơn nhân (MDW) ở bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết vào cấp cứu tại Bệnh viện Bạch Mai.*

2. Đối tượng và phương pháp

2.1. Đối tượng

Nghiên cứu thực hiện trên 144 bệnh nhân NKH và 462 BN không NKH được vào cấp cứu và điều trị tại Trung tâm Cấp cứu A9 - Bệnh viện Bạch Mai trong 2 tháng 4 và 5 năm 2022.

Tiêu chuẩn lựa chọn bệnh nhân

Nhóm NKH: Bệnh nhân ≥ 18 tuổi, chẩn đoán NKH khi có bằng chứng của nhiễm khuẩn và có biểu hiện rối loạn chức năng cơ quan với SOFA ≥ 2 hoặc cấy máu dương tính.

Nhóm chứng (không NKH): Tất cả bệnh nhân còn lại không có nhiễm khuẩn huyết khi vào cấp cứu.

Tiêu chuẩn loại trừ

Bệnh nhân hoặc người nhà không đồng ý tham gia nghiên cứu.

Bệnh nhân bị bệnh lý huyết học ác tính, nghi ngờ suy giảm miễn dịch (liên quan đến HIV, hóa trị liệu, ghép tủy hoặc sau ghép tạng...), viêm tụy cấp, phụ nữ có thai.

Mẫu máu xét nghiệm không đạt chất lượng (phân tích > 4 giờ sau khi lấy mẫu...).

2.2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu tiền cứu, mô tả cắt ngang có so sánh với nhóm chứng.

Các bước tiến hành nghiên cứu

Khai thác tiền sử, bệnh sử. Khám lâm sàng (tuổi, giới, bệnh lý nền, các chỉ số qSOFA, SIRS). Làm các xét nghiệm cận lâm sàng thường quy (tổng phân tích tế bào máu, MDW...). Chấm theo thang điểm SOFA ở bệnh nhân nghi ngờ nhiễm khuẩn. Ghi nhận kết quả.

Ghi nhận kết quả điều trị (tỷ lệ suy đa tạng, sốc nhiễm khuẩn, thở máy, lọc máu liên tục, tử vong, thời gian nằm hồi sức, thời gian thở máy) ở nhóm NKH. Phân tích dữ liệu theo nội dung nghiên cứu.

Định lượng MDW: Máu được đựng trong ống nghiệm chống đông bằng K3EDTA. MDW được định lượng trên máy DXH 900 bằng phương pháp phương pháp phân tích VCS 360 dựa trên

nguyên lý đếm tế bào dòng chảy sử dụng laser bán dẫn và đo trở kháng tập trung dòng chảy động học. Quần thể bạch cầu đơn nhân được mô tả đặc trưng bằng cách sử dụng Thẻ tích (V), Độ dẫn (C) và nhiều góc Tán xạ ánh sáng (Sn). Các số đo thẻ tích tương quan với kích cỡ tế bào. Các bạch cầu đơn nhân được xác định trong biểu đồ dữ liệu Thẻ tích (V) so với Độ tán xạ ánh sáng xoay (RLSn). MDW được tính toán là Độ lệch chuẩn (SD) của một tập giá trị thẻ tích bạch cầu đơn nhân.

2.3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu được Hội đồng đề cương Trường Đại học Y Hà Nội, Hội đồng khoa học Bệnh viện Bạch Mai thông qua. Tất cả các đối tượng trong nghiên cứu đều được giải thích và đồng ý tham gia nghiên cứu. Mọi thông tin của bệnh nhân đều được bảo mật và chỉ phục vụ cho mục tiêu nghiên cứu.

2.4. Xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm SPSS 22.0. Biến liên tục được biểu diễn dưới dạng trung bình ($\text{mean} - \bar{X}$) $\pm$ độ lệch chuẩn (SD) và biến phân loại biểu diễn ở dạng tỷ lệ %. Các biến liên tục có phân phối chuẩn được so sánh bằng phép thử t-student. So sánh các tỷ lệ bằng kiểm định χ^2 . Mức $p < 0,05$ được coi là có ý nghĩa thống kê.

3. Kết quả

3.1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Bảng 1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Nhóm		Nhóm không NKH (n = 462)		Nhóm NKH (n = 144)		p
		n	Tỷ lệ %	n	Tỷ lệ %	
Giới	Nam	288	62,3	89	61,8	<0,001
	Nữ	174	37,7	55	38,2	
Tuổi ($\bar{X} \pm \text{SD}$) (năm)		53,20 $\pm$ 18,77		62,28 $\pm$ 16,05		<0,001
Bệnh lý nền (%)		17,6		59,7		<0,001

SOFA	0,48 ± 1,04	3,94 ± 0,12	<0,001
SIRS	1,17 ± 0,80	2,36 ± 0,85	<0,001
qSOFA	0,23 ± 0,62	0,97 ± 1,00	<0,001

Nhận xét: Tuổi trung bình nhóm NKH cao hơn nhóm không nhiễm khuẩn huyết, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (với $p=0,001$). Giá trị trung bình các bảng điểm (SOFA, SIRS, qSOFA) ở nhóm NKH đều cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nhóm không NKH (với $p=0,001$). Nhóm NKH có tỷ lệ bệnh nhân có bệnh lý nền là cao hơn có ý nghĩa so với nhóm không nhiễm khuẩn huyết ($p<0,001$).

Bảng 2. Đặc điểm lâm sàng nhóm NKH (n = 144)

Các thông số	Số lượng	Tỷ lệ %
Suy đa tạng (≥ 2 tạng)	55	38,2
Sốc nhiễm khuẩn	39	27,1
Thở máy	33	22,9
Lọc máu	26	18,1
Tử vong	24	16,7
Điểm SOFA ($\bar{X} \pm SD$)	3,94 ± 0,12	
Thời gian thở máy trung bình ($\bar{X} \pm SD$) (ngày)	8,32 ± 7,50	
Thời gian điều trị tại khoa hồi sức (n = 55) ($\bar{X} \pm SD$) (ngày)	7,31 ± 7,64	

Nhận xét: Tỷ lệ bệnh nhân suy đa tạng gặp nhiều nhất, sau đó đến tỷ lệ sốc nhiễm khuẩn, thở máy. Tỷ lệ lọc máu và tử vong thấp nhất.

3.2. Đặc điểm MDW ở bệnh nhân nghiên cứu

Bảng 3. Giá trị chỉ số MDW ở bệnh nhân NKH và không NKH (n = 606)

Nhóm	NKH (n = 144)	Không NKH (n = 462)	p
Giá trị MDW			
MDW ($\bar{X} \pm SD$)	31,16 ± 8,22	18,92 ± 2,86	<0,001
Min-Max	20,00-61,01	13,00-42,00	

Nhận xét: Giá trị MDW ở nhóm NKH cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nhóm không nhiễm khuẩn huyết ($p<0,001$).

Bảng 4. Giá trị chỉ số MDW theo tuổi ở bệnh nhân NKH (n = 144)

Tuổi	< 65 tuổi (n = 76)	≥ 65 tuổi (n = 68)	p
MDW			
MDW ($\bar{X} \pm SD$)	29,75 ± 7,15	32,74 ± 9,05	0,029
Min-Max	19,76-51,72	21,52-61,01	

Nhận xét: Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị MDW ở nhóm dưới 65 tuổi và nhóm trên 65 tuổi ($p < 0,05$).

Bảng 5. Giá trị chỉ số MDW theo giới ở bệnh nhân NKH (n = 144)

MDW	Giới tính	Nam (n = 89)	Nữ (n = 55)	p
MDW ($\bar{X} \pm SD$)		30,38 $\pm$ 7,89	32,41 $\pm$ 8,63	0,151
Min-Max		19,76-61,01	21,52-52,49	

Nhận xét: Giá trị MDW trung bình ở nam thấp hơn ở nữ. Sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($p = 0,151$).

Bảng 6. Giá trị chỉ số MDW theo số tạng bị rối loạn chức năng (RLCN) ở bệnh nhân NKH (n = 144)

MDW	Số tạng rối loạn chức năng	< 2 tạng (n = 85)	$\geq$ 2 tạng (n = 55)	p
MDW ($\bar{X} \pm SD$)		28,67 $\pm$ 6,12	34,74 $\pm$ 9,49	<0,001
Min-Max		19,76-51,72	21,52-61,01	

Nhận xét: MDW gia tăng theo mức độ suy tạng, sự khác biệt thể hiện rõ giữa nhóm suy đa tạng (≥ 2 tạng bị rối loạn chức năng) và nhóm không suy đa tạng ($p = 0,001$).

Bảng 7. Giá trị chỉ số MDW theo mức độ nặng ở bệnh nhân NKH (n = 144)

MDW	Nhóm	Sốc nhiễm khuẩn (n = 39)	Không sốc nhiễm khuẩn (n = 105)	p
MDW ($\bar{X} \pm SD$)		38,74 $\pm$ 8,95	28,34 $\pm$ 5,83	<0,001
Min-Max		23,43 - 61,01	19,76 - 49,05	

Nhận xét: Giá trị MDW tăng theo mức độ nặng của NKH, cao hơn ở nhóm sốc nhiễm khuẩn. Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$).

Bảng 8. Giá trị chỉ số MDW theo kết cục điều trị ở bệnh nhân NKH (n = 144)

MDW	Kết quả điều trị	Sống (n = 120)	Tử vong (n = 24)	p
MDW ($\bar{X} \pm SD$)		29,60 $\pm$ 6,86	38,94 $\pm$ 10,04	<0,001
Min - Max		19,76 - 51,89	22,06 - 61,01	

Nhận xét: Giá trị MDW ở nhóm tử vong là cao hơn nhóm sống, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$).

4. Bàn luận

4.1. Đặc điểm chung nhóm nghiên cứu

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy: Tuổi trung bình nhóm NKH ($62,28 \pm 16,05$) cao hơn nhóm không NKH ($53,20 \pm 18,77$). Nam

giới chiếm lần lượt là 61,8 % và 62,3%. Điểm SOFA, SIRS, qSOFA trung bình của nhóm NKH lần lượt là $3,94 \pm 0,12$, $2,36 \pm 0,85$ và $0,97 \pm 1,00$. Tỷ lệ bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn là 27,1%, tỷ lệ lọc máu là 18,1%, tỷ lệ tử vong tại bệnh viện là 16,7% và thời gian điều trị tại Khoa Hồi sức là $7,31 \pm 7,64$ ngày. Tại Việt Nam, Phạm Thị Ngọc Thảo [1] (2013) nghiên cứu trên 123 bệnh nhân nhiễm khuẩn nặng, tuổi trung bình $58,2 \pm 18,8$, nam giới chiếm 61,7%. Điểm SOFA trung bình là $10,6 \pm 3,6$. Tỷ lệ tử vong tại bệnh viện là 61%. Sturgess và cộng sự [5] (2010) nghiên cứu trên 25 bệnh nhân sốc nhiễm khuẩn có 76% bệnh nhân được thở máy lúc nhập viện. Thời gian điều trị tại Khoa Hồi sức là $12,5 \pm 12,3$ ngày. Tỷ lệ tử vong tại bệnh viện là 29%.

Sự khác biệt giữa các nghiên cứu trên có thể do đối tượng nghiên cứu khác nhau. Nghiên cứu của chúng tôi tiến hành trên tất cả bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết trong khi đó Phạm Thị Ngọc Thảo và Sturgess nghiên cứu trên nhóm bệnh nhân nhiễm khuẩn nặng và sốc nhiễm khuẩn.

4.2. Đặc điểm MDW ở nhóm nghiên cứu

Giá trị MDW ở nhóm đối tượng nghiên cứu

Trong nghiên cứu của chúng tôi giá trị MDW ở nhóm NKH là $31,16 \pm 8,22$ cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nhóm không NKH là $18,92 \pm 2,86$ ($p < 0,001$). Kết quả của chúng tôi tương tự như nghiên cứu của Woo và Agnello. Woo và cộng sự [6] (2021) ghi nhận giá trị MDW (dựa theo tiêu chí sepsis-3) ở nhóm NKH là 24,0 (20,8-27,8) có sự khác biệt có ý nghĩa so với nhóm nhiễm khuẩn là 21,5 (19,0-24,8) và không nhiễm khuẩn là 18,7 (16,6-23,5) ($p < 0,001$). Agnello và cộng sự [7] (2020) (dựa theo tiêu chí sepsis-2) cho thấy giá trị MDW ở nhóm sepsis là 27 (25,6-29,8) cao hơn có ý nghĩa so với nhóm SIRS 21,3 (19,5-23,3), nhóm nhiễm khuẩn 23,2 (21-25) và nhóm chứng 19,0 (17,8-20,4).

Giá trị MDW ở bệnh nhân NKH theo tuổi, giới

Chúng tôi tiếp tục đánh giá giá trị MDW theo giới và theo tuổi. Kết quả cho thấy MDW ở nam giới và nữ giới khác biệt không có ý nghĩa thống

kê, lần lượt là $30,38 \pm 7,89$ so với $32,41 \pm 8,63$. Về nhóm tuổi, MDW có sự khác biệt rõ rệt theo tuổi, ở nhóm tuổi ≥ 65 tuổi MDW có giá trị cao hơn nhóm < 65 tuổi ($p < 0,05$). Điều này có thể là do tỷ lệ nhiễm khuẩn huyết nặng hơn ở nhóm bệnh nhân cao tuổi.

Giá trị MDW theo mức độ nặng của NKH

Chúng tôi đánh giá giá trị MDW theo mức độ nặng, kết quả thấy rằng ở nhóm suy đa tạng (≥ 2 tạng) là $34,74 \pm 9,49$ cao hơn có ý nghĩa so với nhóm suy < 2 tạng là $28,67 \pm 6,12$. Đồng thời giá trị MDW cũng có sự khác biệt rõ ràng giữa nhóm bệnh nhân NKH có sốc nhiễm khuẩn và không sốc nhiễm khuẩn $38,74 \pm 8,95$ và $28,34 \pm 5,83$ ($p < 0,001$). Ngoài ra MDW ở nhóm sống là $29,60 \pm 6,86$ thấp hơn có ý nghĩa so với nhóm tử vong tại bệnh viện là $38,94 \pm 10,04$ ($p < 0,001$). Nghiên cứu của Crouser và cộng sự [3] (2019) ghi nhận kết quả MDW có thể phân biệt NKH với các bệnh lý khác (AUC, 0,79; KTC 95%, 0,73-0,84); hơn nữa, nó có liên quan đến mức độ nghiêm trọng của NKH, tăng lên khi tiến triển từ nhiễm khuẩn nhẹ đến nhiễm khuẩn huyết, và cao nhất ở những bệnh nhân bị rối loạn chức năng cơ quan nhiều hơn trong NKH [4]. Ngoài ra nghiên cứu tổng quan của Juehui Wu [10] (2022) về ứng dụng lâm sàng của MDW trong NKH cho thấy chỉ số này giúp làm tăng độ nhạy và độ đặc hiệu của chẩn đoán NKH cũng như khả năng tiên lượng mức độ nặng của nhiễm khuẩn huyết.

5. Kết luận

Giá trị của MDW (độ phân bố kích thước bạch cầu đơn nhân) ở nhóm bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết cao hơn so với nhóm không nhiễm khuẩn huyết và tăng theo mức độ nặng của nhiễm khuẩn huyết: Giá trị MDW cao hơn ở nhóm tử vong, nhóm suy đa tạng và sốc nhiễm khuẩn so với nhóm sống, nhóm không suy đa tạng và không sốc nhiễm khuẩn.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Thị Ngọc Thảo (2013) *Nghiên cứu giá trị tiên lượng các cytokine TNF-, IL -6, IL -10 ở bệnh nhân nhiễm khuẩn huyết nặng*. Luận án

tiến sĩ Y học, Đại học Y dược thành phố Hồ Chí Minh.

2. Crouser ED, Parrillo JE, Martin GS et al (2020) *Monocyte Distribution Width Enhances Early Sepsis Detection in the Emergency Department Beyond SIRS and qSOFA*, Journal Intensive Care 8: [http 33.doi: 10.1186/s40560-020-00446](http://33.doi.org/10.1186/s40560-020-00446).
3. Crouser ED, Parrillo JE, Seymour CW et al (2019) *Monocyte distribution width: A novel indicator of sepsis-2 and sepsis-3 in high-risk emergency department patients*. Crit Care Med 47(8): 1018-1025.
4. Crouser ED et al (2017) *Improved early detection of sepsis in the ED with a novel monocyte distribution width biomarker*. 152 (3): 518-526.
5. [David J Sturgess](#), [Thomas H Marwick](#) et al (2010) *Prediction of hospital outcome in septic shock: A prospective comparison of tissue Doppler and cardiac biomarkers*. Crit Care 14(2): 44.
6. Woo A, Oh DK, Park CJ, Hong SB (2021) *Monocyte distribution width compared with C-reactive protein and procalcitonin for early sepsis detection in the emergency department*. PLoS One 16(4): 0250101. doi:10.1371/journal.pone.0250101.
7. Luisa Agnello et al (2020) *Monocyte distribution width (MDW) as a screening tool for sepsis in the Emergency Department*. Clin Chem Lab Med 58(11): 1951-1957.
8. Mardi D, Fwity B, Lobmann R, Ambrosch (2010) *A Mean cell volume of neutrophils and monocytes compared with C-reactive protein, interleukin-6 and white blood cell count for prediction of sepsis and nonsystemic bacterial infections*. Int J Lab Hematol 32: 410-418.
9. Rudd, et al(2020) *Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990-2017: Analysis for the Global Burden of Disease Study*. Lancet Jan 18: 200-211.
10. Juehui Wu, Laisheng Li et al (2022) *Diagnostic and prognostic value of monocyte distribution width in sepsis*. [J Inflamm Res](#) 15: 4107-4117.