

GIẢM ALBUMIN MÁU VÀ MỐI LIÊN QUAN VỚI TÌNH TRẠNG DỊCH NGOẠI BÀO Ở 84 BỆNH NHÂN BỆNH THẬN MẠN TÍNH GIAI ĐOẠN CUỐI LỌC MÁU CHU KÌ

Phạm Đức Minh^{1*}
Lê Việt Thắng¹, Lê Đức Toàn²

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá mức độ giảm albumin máu và mối liên quan với tình trạng dịch ngoại bào ở bệnh nhân bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì.

Đối tượng và phương pháp: Nghiên cứu mô tả 84 bệnh nhân bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì, điều trị tại Bệnh viện Quân y 103, năm 2023. Đánh giá tình trạng dịch ngoại bào bằng thiết bị đo trở kháng tế bào.

Kết quả: Phần lớn bệnh nhân bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì do nguyên nhân viêm cầu thận mạn (60,7%). Nồng độ albumin huyết thanh trung bình của bệnh nhân là $39,18 \pm 4,31$ (g/L). Tỷ lệ bệnh nhân suy mòn protein năng lượng (đánh giá dựa trên mức giảm chỉ số albumin huyết thanh dưới 38 g/L) là 35,7%. Tỷ lệ bệnh nhân suy dinh dưỡng trường diễn (đánh giá theo BMI) là 11,9%. Tỷ lệ dịch ngoại bào trung bình của bệnh nhân là $0,38 \pm 0,02$ với tình trạng thừa dịch của bệnh nhân là 27,4%. Mô hình hồi quy đa biến logistic cho thấy tỉ suất chênh tình trạng thừa dịch tăng theo tuổi bệnh nhân (OR = 1,05) và giảm khi nồng độ albumin huyết thanh tăng (OR = 0,83).

Kết luận: Bệnh nhân bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì có tình trạng suy mòn cao theo mức độ giảm của chỉ số albumin huyết thanh. Cải thiện nồng độ albumin huyết thanh có thể bảo vệ bệnh nhân khỏi tình trạng thừa dịch.

Từ khóa: Bệnh thận giai đoạn cuối, lọc máu chu kì, giảm albumin máu, dịch ngoại bào.

ABSTRACT

Objectives: Evaluating hypoalbuminemia and its relationship with extracellular fluid status of patients with end stage renal disease (ESRD) who were on maintenance hemodialysis (MHD).

Subjects and methods: Descriptive study was conducted on 84 patients with end stage renal disease, were treated at Military Hospital 103, in 2023. Assess of fluid status using a bio-impedance measurement device.

Result: Most patients with end stage renal disease caused by chronic glomerulonephritis (60.7%). Serum albumin concentration was 39.18 ± 4.31 (g/L). The rate of protein-energy wasting (serum albumin under 38 g/L) is 35.7%. Chronic malnutrition (according to BMI index) is 11.9%. The average extracellular fluid ratio was 0.38 ± 0.02 with the rate of excess extracellular fluid is 27.4%. Multivariable logistic regression model show that the odds ratio of excess extracellular fluid increased with age (OR = 1.05) and decreased as serum albumin concentration increased (OR = 0.83).

Conclusion: Patients with end stage renal disease who were on maintenance hemodialysis may experience significant depletion due to decreasing serum albumin levels. Improving serum albumin concentration can help protect these patients from fluid overload.

Keywords: ESRD, maintenance hemodialysis, hypoalbuminemia, ECF.

Chịu trách nhiệm nội dung: Phạm Đức Minh, Email: drminh103@yahoo.com

Ngày nhận bài: 24/6/2024 ; mời phản biện khoa học: 8/2024; chấp nhận đăng: 22/7/2024.

¹Bệnh viện Quân y 103.

²Nhà máy Z125, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một số yếu tố như lượng dịch cơ thể và nồng độ chất lưu hành trong cơ thể được cho là có liên quan tới huyết áp (HA). Bên cạnh đó, nồng

độ albumin máu được cho là có tác động lớn tới kiểm soát lượng dịch và qua đó, tác động đến HA cơ thể. Nồng độ albumin máu giảm sẽ làm tăng nguy cơ thừa dịch. Minh chứng khi dùng

thuốc lợi tiểu, bệnh nhân (BN) có albumin thấp hơn sẽ đào thải nước tiểu nhiều hơn [1].

Ở người bình thường, tỉ lệ tăng HA khoảng 30%, nhưng với BN bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối, tỉ lệ tăng HA có thể lên tới 90%. Điều đó chứng tỏ HA của BN suy thận rất khó kiểm soát, cho dù kết hợp các phương pháp điều trị [2]. Một trong những biện pháp hữu hiệu cho BN là lọc máu chu kì, kiểm soát dịch và các chất liên quan đến chức năng đào thải của thận. Kiểm soát dịch sẽ giúp điều chỉnh mức HA của BN bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối hiệu quả hơn [3].

Nghiên cứu của Cigarran S cho thấy, hạ albumin máu là một trong những dấu hiệu của tình trạng dư thừa chất lỏng được xác định bởi các thông số trở kháng điện sinh học ở BN chạy thận nhân tạo [4]. Tương tự, nghiên cứu của Andreea Andronesi (2016) chứng minh tỉ lệ dịch ngoại bào/tổng lượng dịch cơ thể /TBW trên 0,39 cần được coi là ngưỡng quá tải dịch, cần phải quản lí kịp thời để kiểm soát HA trên BN bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối [5].

Về cơ chế bệnh sinh, giảm mức lọc cầu thận gây nên tăng HA và với một số BN, thuốc hạ HA ít có tác dụng. Ngay cả khi đã điều trị bằng lọc máu, BN bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì cần duy trì HA trong giới hạn cho phép, giúp giảm biến chứng và kéo dài tuổi thọ. Điều này đòi hỏi mô hình điều trị cho BN cần tối ưu hóa và kết hợp đa chuyên khoa, trong đó có dinh dưỡng lâm sàng.

Nghiên cứu về tình trạng dịch ngoại bào (ECW) và mối quan hệ giữa tỉ lệ ECW với mức độ albumin máu giúp các thầy thuốc lâm sàng hiểu rõ hơn và áp dụng hiệu quả vào kiểm soát dịch trên BN thông qua chế độ dinh dưỡng cải thiện protein máu, nâng cao hiệu quả điều trị toàn diện. Tuy nhiên, ở Việt Nam, hiện còn ít nghiên cứu được công bố về tình trạng ECW đo bằng máy đo trở kháng điện sinh học (BIA) và mối quan hệ giữa tỉ lệ ECW với mức độ albumin máu.

Nghiên cứu này thực hiện nhằm đánh giá tỉ lệ ECW ở BN bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối và tìm hiểu mối tương quan giữa ECW với nồng độ albumin máu trên đối tượng BN này.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

84 BN suy thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì, đang điều trị tại Khoa Thận - Lọc máu, Bệnh viện Quân y 103, từ tháng 6/2022 đến tháng 6/2023.

- Tiêu chuẩn lựa chọn: BN ≥ 18 tuổi, đủ điều kiện sức khỏe để trả lời các câu hỏi điều tra; BN bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối đang lọc máu

chu kì từ 3 tháng trở lên, lọc máu 4 giờ/lần x 3 lần/tuần; các BN đều áp dụng 1 phác đồ điều trị thống nhất về lọc máu, điều trị thiếu máu, điều trị tăng HA...; BN đồng ý tham gia nghiên cứu.

- Tiêu chuẩn loại trừ: BN mắc kèm theo các bệnh lí ngoại khoa, viêm nhiễm nặng tại chỗ hoặc toàn thân; BN rối loạn nhận thức, khiếm khuyết về giao tiếp; BN có hồ sơ bệnh án không đủ thông tin nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Thiết kế nghiên cứu: nghiên cứu mô tả cắt ngang.

- Cơ mẫu nghiên cứu: áp dụng công thức

$$n = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{p(1-p)}{d^2}$$

Trong đó: n là cỡ mẫu tối thiểu; $Z_{1-\alpha/2}$ là hệ số tin cậy (với độ tin cậy 95%, giá trị $Z = 1,96$); chọn $p = 0,31$ (tỉ lệ BN bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì bị suy dinh dưỡng theo BMI, tại Bệnh viện Đa khoa Hà Đông năm 2021-2022 [6]); d là sai số cho phép (chọn $d = 0,1$). Thay vào công thức tính được $n = 83$. Trên thực tế, chúng tôi đã thu thập được 84 BN vào nghiên cứu.

- Phương pháp chọn mẫu: chọn mẫu toàn bộ (tất cả BN thỏa mãn tiêu chuẩn lựa chọn, đang điều trị tại bệnh viện trong thời gian nghiên cứu đều được chọn vào nghiên cứu).

- Các tiêu chuẩn đánh giá:

+ Phân loại BMI (kg/m²): theo tiêu chuẩn dành cho người châu Á; kết quả suy dinh dưỡng khi BMI < 18,5; bình thường khi BMI từ 18,5-22,9; thừa cân khi BMI từ 23-24,9; béo phì khi BMI ≥ 25 [7], [8].

+ Đánh giá suy dinh dưỡng theo chỉ số albumin huyết thanh dựa trên phân loại suy mòn năng lượng - protein (PEW) theo Fouque (2008) [9]: nồng độ Albumin < 38 g/L được coi là suy mòn.

+ Theo hướng dẫn sử dụng InBody S10: giới hạn bình thường của tỉ số ECW với nước toàn cơ thể (TBW) từ 0,36-0,39; phù nhẹ khi ECW/PEW từ 0,39-0,40; phù nề nhiều khi ECW/PEW > 0,40 [10], [11], [12]. Trong nghiên cứu này, tình trạng thừa nước ngoại bào hay thừa dịch được ghi nhận khi tỉ số ECW/TBW > 0,39.

- Phương pháp thu thập thông tin:

+ Kiểm soát sai lệch thông tin bằng cách tập huấn kĩ cách thức thu thập số liệu cho điều tra viên, đặc biệt phương pháp đánh giá dinh dưỡng bằng nhân trắc. Dụng cụ cân bàn Seca 786 (Đức) có thước đo chiều cao đạt tiêu chuẩn, kết quả đo được ghi theo cm và 1 số lẻ, trọng lượng cơ thể được ghi theo kg với 1 số lẻ. Cân nặng được thực hiện sau khi kết thúc ca lọc máu 30 phút.

+ Yêu cầu BN nhịn ăn từ 22 giờ hôm trước. Lấy mẫu máu vào 7 giờ sáng hôm sau của cuộc lọc máu thứ 2 trong tuần. Các chỉ số albumin, điện giải

đồ được đo bằng phương pháp so màu enzyme (Beckman AU5800, Hoa Kỳ). Lấy nước tiểu 24 giờ để tính thể tích nước tiểu trong ngày.

+ BIA được thực hiện theo cách tiêu chuẩn: BN ngồi trên ghế, không dẫn điện trong ít nhất 15 phút. Trước đó, BN nhịn ăn tối thiểu 2 giờ và đi đại tiện, tiểu tiện trước khi đo. Sử dụng thiết bị BIA đa tần số (Inbody S10®; Biospace Co., Ltd., Seoul, Korea) với 8 điện cực tiếp xúc. Hệ thống máy phân tích BIA được kích hoạt để đo điện trở phân đoạn của 2 cánh tay, thân mình và 2 chân với các lượt đo ở 6 tần số (1, 5, 50, 250, 500 và 1.000 kHz). Kết quả phân tích có đối chiếu giá trị chuẩn tham chiếu được xuất ra ở dạng bản giấy và lưu dữ liệu gốc trong bộ nhớ của hệ thống máy BIA.

+ Hồ sơ bệnh án giấy và điện tử được sử dụng đồng thời để thu thập thông tin BN. Các biến số nghiên cứu được phân loại và thử nghiệm bộ công cụ đánh giá trước khi thực hiện.

- Xử lý và phân tích số liệu: số liệu định lượng trình bày dưới dạng trung bình và độ lệch chuẩn với biến có phân bố chuẩn; dạng trung vị và phân bố tứ phân vị (IQR) với biến phân bố không chuẩn; dạng số lượng và tỉ lệ % với biến định tính. So sánh giá trị trung bình giữa hai nhóm dùng thống kê Oneway anova (nếu dữ liệu có phân phối chuẩn) và dùng thống kê Wilcoxon (nếu dữ liệu không có phân phối chuẩn). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê được xác định khi giá trị $p < 0,05$ (độ tin cậy $> 95\%$). Thông tin thu trên phiếu điều tra được mã hóa, nhập liệu và xử lý bằng phần mềm thống kê SPSS 26.0. Giá trị $p < 0,05$ được đánh giá liên quan có ý nghĩa thống kê.

- Đạo đức nghiên cứu: nghiên cứu thực hiện đúng các khía cạnh, được Hội đồng khoa học và đạo đức của Bệnh viện Quân y 103 thông qua (Quyết định số 132/CNChT-HĐĐĐ ngày 18/11/2022). Nhóm nghiên cứu cam kết không có xung đột về lợi ích giữa các thành viên và với các tác giả khác.

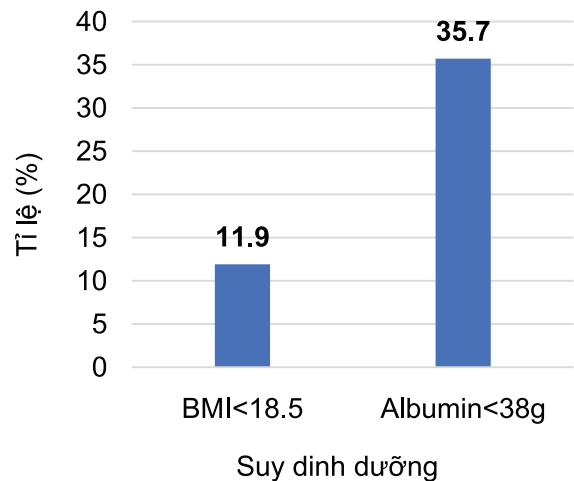
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Bảng 1. Đặc điểm chung đối tượng nghiên cứu (n = 84)

Đặc điểm chung	Mean	SD	
Tuổi (năm)	51,79	16,93	
Tuổi ≥ 60 (n, %)	34	40,5	
Giới tính (nam, %)	47	56	
Thời gian lọc máu (tháng)*	24	12	60
Thời gian lọc máu trên 5 năm (n, %)	22	26,2	
Nước tiểu 24 giờ (ml)*	225	0	775

Vô niệu (n, %)	52	61,9	
Chiều cao (m)	160,58	7,86	
Cân nặng (kg)	55,28	9,24	
BMI (kg/m ²)	21,37	2,77	
Albumin (g/L)	39,18	4,31	
Na ⁺ (mmol/L)	137,34	3,00	
K ⁺ (mmol/L)	4,44	0,81	
Cl ⁻ (mmol/L)	99,00	3,38	
Ca toàn phần (mmol/L)	2,29	0,22	
Nước nội bào (L)	20,81	4,02	
Nước ngoại bào (L)	12,83	2,44	
Tổng dịch cơ thể (L)	33,64	6,34	
Tỉ lệ ECW/TBW (%)	0,38	0,02	
Thừa dịch ngoại bào (n, %)	23	27,4	
Nguyên nhân gây bệnh (n, %)			
Viêm cầu thận mạn	51	60,7	
Đái tháo đường	16	19	
Tăng HA	20	23,8	
Thận đa nang	2	2,4	
Viêm thận bể thận	6	7,1	
*: phân bố không chuẩn, median (25 th -75 th)			

Tuổi trung bình 51,79 (năm), chủ yếu là BN dưới 60 tuổi (59,5%) và BN nam giới (56%). Trung vị thời gian lọc máu là 24 tháng, chỉ có 26,2% BN có thời gian lọc máu trên 5 năm. Nguyên nhân chính gây suy thận là viêm cầu thận mạn tính (60,7%), tăng HA (23,8%) và đái tháo đường (19%). Giá trị BMI (kg/m²) trung bình là 21,37. Nồng độ trung bình albumin (g/L) là 39,18. Lượng nước nội bào (L), ngoại bào (L) lần lượt là 20,81 và 12,83. Tỉ lệ nước ngoại bào/tổng dịch của cơ thể trung bình là 0,38. Tỉ lệ thừa dịch là 27,4%.



Biểu đồ suy dinh dưỡng theo BMI và albumin.

Suy dinh dưỡng theo BMI và albumin lần lượt là 11,9% và 35,7%.

Bảng 2. Liên quan giữa thừa dịch ngoại bào và đặc điểm dinh dưỡng, thời gian lọc, một số chỉ số hóa sinh qua mô hình hồi quy logistic đa biến (n = 84)

Đặc điểm	p	OR	95%CI	
Tuổi	0,022	1,05	1,01	1,09
Giới tính nam	0,79	1,17	0,36	3,84
Thời gian lọc máu	0,624	1,01	0,98	1,03
Nước tiểu 24 giờ	0,5	1,00	1,00	1,00
Albumin	0,037	0,83	0,69	0,99
Na+	0,615	1,08	0,80	1,47
K+	0,163	1,79	0,79	4,08
Cl-	0,973	1,00	0,74	1,34
Ca toàn phần	0,386	3,78	0,19	76,77
BMI	0,207	0,87	0,69	1,08
Constant	0,527	0		

Kết quả phân tích mô hình logistic đa biến cho thấy yếu tố tăng nguy cơ thừa dịch là tuổi (OR = 1,05; 95%CI: 1,01-1,09; p < 0,05). Yếu tố giảm nguy cơ thừa dịch là nồng độ albumin máu (OR = 0,83; 95%CI: 0,69-0,99; p < 0,05).

4. BÀN LUẬN

4.1. Đánh giá tình trạng dịch trên BN

Số liệu nghiên cứu cho thấy tỉ lệ BN thừa dịch lên tới gần 1/3. Đây là một tỉ lệ lớn, vì các BN đều được điều trị tích cực và đúng quy trình. Kết quả này cũng chỉ ra thực trạng thừa dịch phổ biến của BN thận lọc máu, cần thêm nhiều nghiên cứu để cải thiện quá trình điều trị, nâng cao chất lượng cuộc sống BN.

Trong quá trình điều trị, đánh giá tình trạng dịch của BN mắc bệnh thận giai đoạn cuối đang thực hiện lọc máu định kì là rất quan trọng. Kết quả này giúp cho công tác quản lí lâm sàng toàn diện, bao gồm cả kiểm soát nhiễm trùng, cải thiện chất lượng cuộc sống và kéo dài tuổi thọ cho BN lọc máu. Phát hiện thừa dịch bằng BIA và kiểm soát dịch thừa đã được minh chứng cải thiện HA và chức năng tim mạch [13]. Tình trạng dịch bị ảnh hưởng một phần bởi tình trạng dinh dưỡng, BN suy dinh dưỡng có hiện tượng phù do ứ dịch gian bào, có thể giải thích một phần do nồng độ albumin thấp [14].

Biểu đồ cho thấy tỉ lệ suy dinh dưỡng theo BMI không cao (11,9%), nhưng tỉ lệ albumin thấp khá

lớn (35,7%). Điều đó chứng tỏ nếu trên lâm sàng chỉ căn cứ vào theo dõi cân nặng và BMI là chưa đủ, cần đánh giá đồng thời sinh hóa máu để phát hiện kịp thời sự thiếu hụt kho dự trữ protein.

4.2. Nồng độ albumin trong huyết thanh và mối liên quan với thừa dịch trên BN

Mất albumin phổ biến ở BN lọc máu chu kì do các nguyên nhân như mất protein trong kĩ thuật lọc, đồng thời quá trình lọc máu cũng gây tăng quá trình viêm và làm hao hụt albumin của cơ thể [15]. Hạ albumin máu ở BN suy thận mạn tính giai đoạn cuối gây nhiều biến chứng, trong đó có tình trạng thừa dịch, gây tăng HA khó kiểm soát [16].

Nghiên cứu cho thấy phân tích mối quan hệ giữa tình trạng dịch và nồng độ albumin trong huyết thanh là điều cần thiết. Thông tin này hỗ trợ các chuyên gia y tế thực hiện can thiệp dinh dưỡng sớm và phòng ngừa hiệu quả. Chính vì vậy, kiểm soát dịch và nồng độ albumin máu là những yêu cầu quan trọng trong điều trị BN suy thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì. Cải thiện tình trạng albumin ở BN suy thận mạn tính giai đoạn cuối gặp nhiều khó khăn, cần sự phối hợp nhiều phương pháp, trong đó có can thiệp dinh dưỡng tích cực [17]. Theo dõi thường xuyên các khối thành phần cơ thể bằng thiết bị đo trở kháng tế bào, trong đó có tình trạng dịch và đồng thời xem xét nồng độ albumin đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa chăm sóc cho BN thận đang thực hiện lọc máu định kì.

Nghiên cứu có một số điểm hạn chế như cỡ mẫu nghiên cứu nhỏ và chỉ nghiên cứu tại một trung tâm. Nghiên cứu cũng chưa theo dõi kĩ được giá trị dinh dưỡng khẩu phần ăn để có thể đánh giá thêm những điểm cần cải thiện thuộc về bản thân BN trong quá trình điều trị. Cần tiếp tục mở rộng nghiên cứu và cỡ mẫu lớn hơn để tăng giá trị của kết quả nghiên cứu.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu 84 BN suy thận mạn tính giai đoạn cuối lọc máu chu kì tại Bệnh viện Quân y 103, chúng tôi thấy:

- BN có tuổi trung bình 51,79, tỉ lệ BN nam giới chiếm 56%. Nồng độ albumin huyết thanh trung bình là 39,18 ± 4,31 (g/L), tỉ lệ suy mòn protein nặng lượng (PEW) của BN dựa trên chỉ số albumin huyết thanh cao (35,7%). Tỉ lệ ECW/TBW trung bình là 0,38 ± 0,02, trong đó thừa dịch chiếm tới 27,4%.

- Phân tích từ mô hình hồi quy đa biến logistic thấy tỉ suất chênh tình trạng thừa dịch tăng cùng tuổi (năm) BN (OR = 1,05; p < 0,05) và giảm khi chỉ số albumin huyết thanh (g/L) được cải thiện (OR = 0,83; p < 0,05). Theo dõi tình trạng dịch và đồng thời đánh giá nồng độ albumin đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa chăm sóc cho BN lọc máu định kì. Cải thiện nồng độ albumin huyết thanh sẽ giúp hạn chế tình trạng thừa dịch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hoàng H.V, T.M.H Đoàn, T.T.T Đặng và cộng sự (2022), "Tình trạng dinh dưỡng của BN chạy thận nhân tạo dưới 70 tuổi đang được quản lí tại Bệnh viện đa khoa Hà Đông năm 2022". *Tạp chí Dinh dưỡng và Thực phẩm*, 18(3+4): 57-62.
- Pugh D, P.J Gallacher, N Dhaun (2019), "Management of Hypertension in Chronic Kidney Disease", *Drugs*, 79(4): 365-379.
- Shin J, C.H Lee (2021), "The roles of sodium and volume overload on hypertension in chronic kidney disease", *Kidney Res Clin Pract*, 40(4): 542-554.
- Cigarran S, G Barril, A Cirugeda, et al (2007), "Hypoalbuminemia is also a marker of fluid excess determined by bioelectrical impedance parameters in dialysis patients", *Ther Apher Dial*, 11(2): 114-20.
- Andronesi, A, A. Fetecau, D. Berceanu, et al (2016), "Hydration Status Assessment in Chronic Kidney Disease - Comparison of Different Techniques", *Nephrology Dialysis Transplantation*, 31(suppl_1): i187-i187.
- Masuda T, K Ohara, I Nagayama, et al (2019), "Impact of serum albumin levels on the body fluid response to tolvaptan in chronic kidney disease patients", *Int Urol Nephrol*, 51(9): 1623-1629.
- Consultation, W.H.O.E (2004), "Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies", *Lancet*, 363(9403): 157-63.
- Weir C.B, A Jan, *BMI classification percentile and cut off points*, in *StatPearls*. 2024: Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Arif Jan declares no relevant financial relationships with ineligible companies.
- Fouque D, K Kalantar-Zadeh, J Kopple, et al, "A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease", *Kidney Int*, 2008. 73(4): 391-8.
- L.I.C, *InBody S10 User's manual*, 2019.
- Liu M.H, C.H Wang, Y.Y Huang, et al (2012), "Edema index established by a segmental multifrequency bioelectrical impedance analysis provides prognostic value in acute heart failure", *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 13(5): 299-306.
- Park S, C.J Lee, J.H Jhee, et al (2018), "Extracellular Fluid Excess Is Significantly Associated With Coronary Artery Calcification in Patients With Chronic Kidney Disease", *J Am Heart Assoc*, 7(13).
- Hur E, M Usta, H Toz, et al (2013), "Effect of fluid management guided by bioimpedance spectroscopy on cardiovascular parameters in hemodialysis patients: a randomized controlled trial", *Am J Kidney Dis*, 61(6): 957-65.
- Coulthard M.G (2015), "Oedema in kwashiorkor is caused by hypoalbuminaemia", *Paediatr Int Child Health*, 35(2): 83-9.
- Ikizler T.A, P.J Flakoll, R.A Parker, et al (1994), "Amino acid and albumin losses during hemodialysis", *Kidney Int*, 46(3): 830-7.
- Nongnuch A, N Campbell, E Stern, et al (2015), "Increased postdialysis systolic blood pressure is associated with extracellular overhydration in hemodialysis outpatients", *Kidney Int*, 87(2): 452-7.
- Levin N.W, P Kotanko (2006), "Improving albumin levels among hemodialysis patients", *Am J Kidney Dis*, 48(1): 171-3. □