

## Il bilancio idrico nel malato di terapia intensiva

P. BRUZZONE, D. CHIUMELLO, P. ALTAVILLA, G. SAIA, F. SCOPACASA, L. GATTINONI

### THE FLUID BALANCE IN THE CRITICALLY ILL PATIENT

**Aim.** In the critically ill patient the hemodynamic management is essential. Usually the hemodynamic status is estimated by the measurement of the intravascular pressure or volume and by computing the fluid balance, while the change in body weight estimates the total body water. The fluid balance is computed by subtracting the fluid output to the input. Although the input (fluids, drugs, infusion...) are well known, the output are difficult to correctly compute, because they depend on several factors such as the body-room temperature, amount of humidity and may change with time. Aim of this study was to prospectively evaluate the accuracy of the fluid balance compared to the body weight measured by a dedicated mattress (Hill-Rom®).

**Methods.** Fifteen critically ill patients were enrolled (mean age of  $63.2 \pm 19.7$  years, body mass index of  $24.9 \pm 3.5$  kg/m<sup>2</sup>) and the measurements were computed every 8 hours. The data were analyzed by the Bland-Altman test.

**Results.** Four-hundred and seventy-two measurements for a mean intensive care stay of  $12.3 \pm 7.3$  days were computed. The Bland-Altman showed a great inaccuracy, because the agreement (the difference between the 2 methods) was poor with a standard deviation of 1840 L.

**Conclusion.** Although the fluid balance was not accurate, the only body weight without any intravascular measurement is not helpful for a correct clinical hemodynamic management of the patient.

**Key words:** Idric balance - Body weight - Critically

Istituto di Anestesia e Rianimazione  
Ospedale Policlinico, IRCCS  
Università degli Studi di Milano, Milano

ill patients - Hemodynamics.

Il malato di terapia intensiva (TI), soprattutto quando in fase critica, è caratterizzato da variazioni del volume plasmatico, ad esempio durante stato settico con alterazione della permeabilità capillare e statoemorragico, che da variazioni del tono vascolare. Di conseguenza la sola valutazione clinica dello stato volumico del paziente oltre che risultare particolarmente difficoltosa è inaffidabile<sup>1,2</sup>.

Di volta in volta indispensabile sia per una corretta valutazione clinica che per l'ottimizzazione della terapia, stimare la volemia e le sue variazioni<sup>2,3</sup>.

I metodi più comunemente usati nella pratica clinica sono: 1) la misurazione delle pressioni vascolari in toraciche (pressione venosa centrale, pressione di incuneamento polmonare), 2) la stima dei volumi di sangue intratoracico mediante tecniche di diluizione dell'indicatore termico e 3) la valutazione morfologica della radiografia del torace mediante scale oggettive<sup>1,3,4-6</sup>.

Indirizzo per la richiesta di estratti: Dott.ssa P. Bruzzone, Istituto di Anestesia e Rianimazione, Ospedale Maggiore, Policlinico-IRCCS, Via Francesco Sforza 35, 20122 Milano. E-mail:

Nonostante le pressioni vascolari intratoraciche si sono routinariamente usate nei malati di TI come indicatori del precarico cardiaco, spesso non sono correlate con i volumi ventricolari cardiaci e quindi possono fornire dati erronei<sup>4</sup>. Al contrario, la valutazione della volemia e del precarico cardiaco mediante tecniche di diluizione dell'indicatore termitico può essere più affidabile in pazienti con shock settico o edema polmonare<sup>4,7</sup>. Mitchell *et al.* in pazienti con edema polmonare hanno trovato che la gestione clinica, utilizzando la misurazione dei volumi intravascolari rispetto alla pressioni intravascolari, consentiva una diminuzione significativa dei giorni sia di ventilazione meccanica che di degenza in TI<sup>8</sup>.

L'analisi morfologica della lastra del torace, che potrebbe essere un affidabile indicatore della volemia, di essere *time consuming*, non può essere utilizzata nel paziente instabile in quanto richiederebbe numerose esposizioni ai raggi X<sup>5</sup>.

La misurazione del peso corporeo, che potrebbe essere applicata facilmente nei malati di TI, valuta, a seconda del numero di misurazioni eseguite, ogni variazione del contenuto totale di acqua. Infatti, a parità di variazione di peso corporeo, 2 ammalati potrebbero avere opposti andamenti: uno potrebbe presentare un reale aumento della volemia (permeabilità capillare intatta), l'altro un'ipovolemia relativa (alterata permeabilità capillare). Quindi, in assenza di misurazioni di pressioni o volumi intravascolari, si potrebbero trarre errate conclusioni cliniche.

A nostro parere, per una corretta interpretazione globale della volemia bisognerebbe sempre misurare sia le pressioni o i volumi intravascolari che il peso corporeo in associazione al calcolo del bilancio idrico giornaliero.

Il calcolo del bilancio idrico, eseguibile più volte al giorno, si ottiene sottraendo le perdite di liquidi alle entrate degli stessi. Tale stima è al quanto

imprecisa, in fatti il calcolo delle entrate di liquidi (costituiti da cristalloidi, colloidi, diete, farmaci somministrati e acqua metabolica) è facilmente ottenibile, mentre le fuoriuscite (costituite da urine, perdite gastroenteriche, perdite da drenaggi, sudore e perdite insensibili) sono molto difficili da quantificare<sup>9</sup>. Le perdite insensibili e il sudore dipendono da una serie di fattori non modificabili (quali l'età e la superficie corporea) e altri fattori che possono variare nel tempo come l'umidità, la temperatura dell'ambiente, la temperatura corporea, lo stato di idratazione del paziente, l'eventuale intubazione e il tipo di ventilazione meccanica utilizzata<sup>10-12</sup>. Tuttavia il calcolo delle perdite insensibili può essere ottenuto attraverso formule standard che spesso sono complesse e poco precise<sup>13,14</sup>.

Da alcuni anni, con l'introduzione di letti dotati di bilanci per malati di TI, la misurazione del peso si è resa molto semplice. Esistono scarsi dati sull'accuratezza della stima del bilancio idrico rispetto alla variazione del peso<sup>9</sup>.

Scopo del nostro studio è stato confrontare in modo prospettico l'accuratezza del bilancio idrico rispetto alla variazione del peso del paziente, misurato mediante letti con bilanci, eseguito nel medesimo momento della giornata in una popolazione mista di malati di TI.

## Materiali e metodi

### Pazienti

Sono stati arruolati 15 pazienti ricoverati nel reparto di TI dell'Ospedale Maggiore di Milano. I pazienti venivano inclusi nello studio se la durata prevista di degenza fosse risultata superiore o alle 48 ore. Lo studio non interferiva con la normale attività clinica. I pazienti erano arruolati nello studio fino alla dimissione, o alla ripresa della dieta per os o della mobilizzazione attiva.

TABELLA I. — *Caratteristiche dei pazienti.*

N. pazienti	Età (anni)	Peso (kg)	Indice massa corporea (BMI) (kg/m <sup>2</sup> )	Giorni di studio	Diagnosi	Outcome
1	64	100	31	14	Colpo di calore	Morto
2	19	70	23	27	Politrauma	Vivo
3	82	87	27	27	Polmonite da Legionella	Morto
4	76	80	28	8	Piacutizzazione BPCO	Vivo
5	27	80	23	7	Polmonite ab ingentis	Vivo
6	56	76	25	14	Trapianto monopolmonare	Vivo
7	76	75	24	13	Sepsi	Vivo
8	43	90	26	11	Polmonite comunitaria	Vivo
9	80	50	20	6	Shock cardiogeno	Vivo
10	62	56	19	4	Polmonite nosocomiale	Vivo
11	79	69	21	4	Sepsi	Morto
12	81	70	23	6	Shock settico	Vivo
13	65	80	25	17	Insufficienza respiratoria postchirurgica	Vivo
14	62	100	31	16	Insufficienza respiratoria postchirurgica	Vivo
15	76	90	28	10	Insufficienza respiratoria postchirurgica	Vivo
	63,2	78,2	24,9	12,3		12 vivi/3

morti

L'allocazione dei pazienti sui letti bilancia avveniva in modo casuale.

L'età media era di 63,2 ± 19,7 anni, con un indice di massa corporea di 24,9 ± 3,5 kg/m<sup>2</sup> mentre la degenza media è stata di 12,3 ± 7,3 giorni (Tabella I).

Tutti i pazienti erano ventilati in modo invasivo con monitoraggio cruento della pressione sia arteriosa che venosa centrale.

#### Misurazione del peso

La misurazione del peso avveniva 3 volte al giorno sempre alla stessa ora (8, 16, 24) e sempre nelle medesime condizioni. Sono stati utilizzati 3 letti dotati di bilancia digitale (Hi-IL-Rom® Total Care, accuratezza della bilancia 1% del paziente, ripetibilità della bilancia 10,3% da 32 a 79,4 kg, 10,1% da 79,4 a 181,4 kg; dati forniti dalla ditta)<sup>15</sup>.

In posizione supina, con letto orizzontale, con solo un cuscino e un lenzuolo sul paziente, ciascuna misurazione veniva ripetuta 2 volte a distanza di pochi minuti.

Prima della sistemazione del paziente nel letto, dopo aver riposizionato il

materasso, si eseguiva la tara della bilancia.

#### Calcolo del bilancio idrico

Il calcolo del bilancio idrico veniva eseguito 3 volte al giorno (ogni 8 ore e contemporaneamente alla misura del peso) dal personale medico a partire dal primo giorno dello studio e per tutta la durata dello stesso.

Il bilancio idrico veniva calcolato come differenza tra tutti i liquidi in ingresso e in uscita<sup>9</sup>. Le entrate comprendevano, oltre a tutti i fluidi somministrati, i farmaci opportunamente diluiti, la quantità di acqua contenuta nella dieta enterale e/o parenterale, l'acqua di lavaggio della sacca a pressione (flusso stimato 3 ml/h per ogni sacca) e l'acqua metabolica (stimata 200 ml/die).

Le perdite, invece, comprendevano la quantità di urina delle 8 ore precedenti, le feci, le perdite da eventuali drenaggi e/o dal sondino naso-gastrico e la perspiratio. Quest'ultima, in condizioni fisiologiche, è da attribuirsi alle sole perdite insensibili e stimata 10 ml/kg/die, invece, in caso di febbre, veniva stimata 1 ml/kg/die per ogni gra-

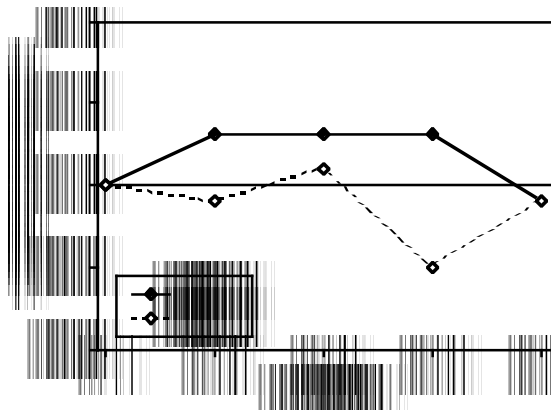


Figura 1. — La valutazione della accuratezza della misura del peso mediante i letti bilanci impiegati utilizzando 2 pesi noti.

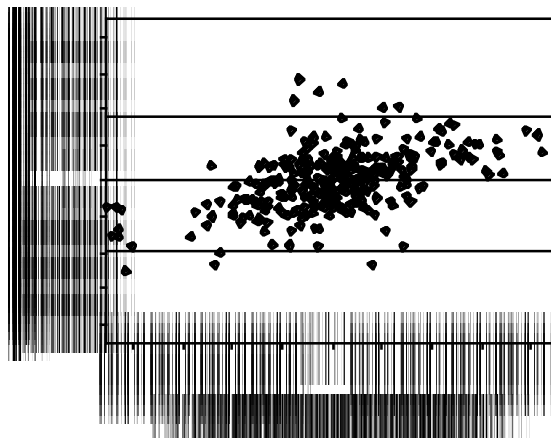


Figura 2. — L'analisi di Bland-Altman. Sulle ordinate  $\bar{Z}$  riportata la differenza tra il peso e il bilancio idrico, sulle ascisse la media tra il peso e il bilancio idrico.

di temperatura corporea maggiore di  $37^{\circ}\text{C}$  <sup>13,14</sup>.

### Analisi statistica

L'analisi tra le variazioni di peso e il bilancio idrico  $\bar{Z}$  stata eseguita tramite il test di Bland-Altman <sup>16</sup>.

### Risultati

#### Accuratezza della misura del peso

Prima dell'inizio dello studio, l'ac-

curatezza della misura del peso mediante i letti bilanci  $\bar{Z}$  stata testata ed  $\bar{Z}$  risultata buona, in quanto, mantenendo costanti le condizioni di pesatura (con 2 pesi di 90 e 100 kg rispettivamente), si sono avute piccole variazioni della misura (variabili inferiori al 1%) per un tempo fino a 48 ore (Figura 1). Tuttavia, la bilancia presentava misure erronee, per perdita della precedente tara, dopo mobilizzazione degli ammalati in posizione seduta. Per questo motivo,  $\bar{Z}$  deciso di sospendere lo studio quando l'ammalato iniziava una mobilizzazione attiva.

#### Accuratezza del peso vs bilancio idrico

Sono stati studiati 15 pazienti, tutti di sesso maschile, per un totale di 472 misurazioni. Il peso medio all'ingresso era di  $78,2 \pm 14,2$  con un range di 50-100 kg (Tabella I). Si sono verificati 129 episodi di febbre e 14 di diarrea pari rispettivamente al 27% e al 3%.

Per quanto riguarda la ripetibilità della misura del peso,  $\bar{Z}$  stata soddisfacente, in quanto il 98% delle misure (come differenza tra la prima e seconda pesata) era inferiore a 10,4 kg.

In Figura 2  $\bar{Z}$  rappresentata l'analisi di Bland e Altman tra la misura del peso e il calcolo del bilancio idrico. Sulle ascisse si trova la media tra la variazione di peso del paziente e il bilancio idrico mentre sulle ordinate la differenza tra le variazioni di peso e il bilancio idrico. Ogni punto corrisponde a ogni singola misurazione giornaliera e l'insieme dei punti si riferisce a tutte le misurazioni giornaliere per tutti i pazienti inclusi nello studio. L'analisi mostra una grande inaccuratezza in quanto, indipendentemente dal valore medio del peso e del bilancio, la dispersione delle misure  $\bar{Z}$  notevole (deviazione standard uguale a 1840 L).

#### Discussione e conclusioni

This document is protected by international copyright laws. No additional reproduction is authorized. It is permitted for personal use to download and save only one file and print only one copy of this Article. It is not permitted to make additional copies (either sporadically or systematically, either printed or electronic) of the Article for any purpose. It is not permitted to distribute the electronic copy of the article through online internet and/or intranet file sharing systems, electronic mailing or any other means which may allow access to the Article. The use of all or any part of the Article for any Commercial Use is not permitted. The production of derivative works from the Article is not permitted. It is not permitted to remove, cover, overlay, obscure, block, or change any copyright notices or terms of use which the Publisher may post on the Article. It is not permitted to frame or use framing techniques to enclose any trademark, logo, or other proprietary information of the Publisher.

In questo studio prospettico osservazionale il calcolo del bilancio idrico eseguito 3 volte al giorno, in malati di TI, è risultato poco accurato nel predire le variazioni di peso.

I malati instabili in TI possono essere caratterizzati da repentine variazioni dello stato volmico che ne condizionano la gestione clinica. Eisenberg *et al.* hanno dimostrato che il solo esame clinico al letto del paziente non è affidabile, in quanto è risultato errato nel 40% dei casi rispetto alla contemporanea misurazione delle pressioni intravascolari. Inoltre, la valutazione oggettiva della volemia ha comportato una modificazione della terapia nel 50% dei malati<sup>1</sup>.

Il bilancio idrico viene comunemente effettuato almeno una volta al giorno nei malati di TI, sia per stimare le variazioni di peso che per ottenere un'idea indiretta della distribuzione dei liquidi corporei. L'importanza della valutazione del bilancio è stata evidenziata anche in uno studio retrospettivo in cui malati con shock settico, nei quali si riusciva a mantenere un bilancio idrico negativo nei primi giorni di degenza, presentavano un migliore outcome rispetto a quelli in cui il bilancio era positivo<sup>17</sup>.

Tuttavia, mentre la misurazione dei volumi, pressioni, peso è di relativa e facile esecuzione, il calcolo del bilancio idrico risulta più complesso. La stima del bilancio idrico si ottiene dalla differenza delle uscite di liquidi rispetto alle entrate. Le entrate sono facilmente quantificabili mentre le uscite (quali sudore, perdite gastroenteriche, drenaggi, perdite insensibili) possono essere di difficile stima<sup>9-12</sup>.

In accordo a un precedente studio<sup>9</sup>, anche i nostri dati hanno confermato che la stima del bilancio idrico è alquanto inaccurata rispetto alla misurazione del peso. Infatti, in base all'analisi di Bland-Altman<sup>16</sup>, è stata osservata una discrepanza tra il peso e il bilancio idrico, evidenziata dalla grossa deviazione standard delle differenze tra i 2 metodi

(Figura 2). Inoltre, l'errore è stato casuale, ossia il bilancio idrico poteva sia sovrastimare che sottostimare le variazioni di peso.

È importante notare che, nonostante la facile misura del peso, i letti bilancia presentavano misure inaccurate nei casi in cui i malati venivano mobilizzati o nei malati che avevano ingenti perdite cutanee.

In conclusione, la gestione clinica del malato di TI, utilizzando solo il bilancio idrico, è poco affidabile; la misura del peso insieme a quella dei volumi e pressioni intravascolari è fondamentale per una corretta valutazione della volemia.

*Ringraziamenti.* — Gli Autori desiderano ringraziare tutto il personale medico e infermieristico del reparto di Terapia Intensiva Generale E. Vecchia senza la cui collaborazione questo studio non potrebbe essere stato fatto.

#### Riassunto

*Obiettivo.* La gestione della volemia è fondamentale nella cura dei pazienti di terapia intensiva. Di norma la volemia viene stimata sia dalle misurazioni delle pressioni o volumi intravascolari che dal calcolo del bilancio idrico, mentre le variazioni di peso forniscono una stima dell'acqua corporea totale. Il calcolo del bilancio idrico si ottiene sottraendo le perdite alle entrate di liquidi. Le entrate (fluidi, dieta, farmaci, ecc.) sono facilmente quantificabili mentre le uscite (urine, perdite gastroenteriche, drenaggi, sudore e perdite insensibili) sono difficili da stimare poiché dipendono da una serie di fattori (umidità, temperatura dell'ambiente e del paziente, ecc.) che possono variare nel tempo. Scopo del nostro studio è stato confrontare in modo prospettico l'accuratezza del bilancio idrico rispetto alla variazione del peso del paziente, misurato mediante letti bilancia (Hill-Rom®).

*Metodi.* In 15 pazienti ricoverati in terapia intensiva (con età media di 63,2 ± 19,7 anni e indice di massa corporea di 24,9 ± 3,5 kg/m<sup>2</sup>), sono state eseguite misurazioni del peso corporeo e stime del bilancio idrico ogni 8 ore. I dati sono stati analizzati mediante l'analisi di Bland-Altman.

*Risultati.* È stato eseguito un totale di 472 misurazioni per una degenza media di 12,3 ± 7,3 giorni. L'analisi ha mostrato una grande in-

accuratezza tra le 2 misure, in quanto la dispersione (differenza tra le 2) è stata notevole con una deviazione standard uguale a 1840 L.

*Conclusioni.* Sebbene il bilancio idrico non sia risultato accurato, la sola misura del peso non associata alla misura dei volumi o pressioni intravascolari non è di aiuto nella gestione clinica dell'ammalato.

Parole chiave: Bilancio idrico - Peso corporeo

- Terapia intensiva - Volemia.

### Bibliografia

1. Eisenberg PR, Jaffe AS, Schuster DP. Clinical evaluation compared to pulmonary artery catheterization in the hemodynamic assessment of critically ill patients. *Crit Care Med* 1984;12:549-52.
2. Sandham JD, Douglas RH, Brant RF, Knox L, Pineo GF, Doig CJ *et al.* A randomized, controlled trial