

# Il monitoraggio ematochimico incruento del malato respiratorio cronico in ospedale e sul territorio

## In and out hospital noninvasive hemodynamic and hematological monitoring in patients with chronic respiratory disorders



L'invecchiamento della popolazione ha come importante conseguenza l'aumento delle malattie croniche. In Italia il Servizio Sanitario Nazionale ha proposto il Percorso Diagnostico Terapeutico Assistenziale (PDTA) per le malattie croniche quali Broncopneumopatia Cronica Ostruttiva (BPCO), diabete e scompenso cardiaco.

Le malattie respiratorie croniche hanno oggi una elevata incidenza in tutto il mondo, tanto da essere diventate la terza causa di morbilità e di mortalità. Superata la fase di riacutizzazione che spesso può richiedere il ricovero in ospedale, si sono cercate nuove forme di gestione del paziente al proprio domicilio, una volta che questi venga dimesso. Ovviamente i pazienti possono essere dimessi e trattati a domicilio solo se si può disporre di un'adeguata rete assistenziale territoriale e domiciliare, sia dal punto di vista del personale assistenziale (Medico di Medicina Generale o MMG, *case manager*) e familiare (*caregiver*) che della strumentazione.

### Razionale

La necessità di monitorare e di assistere i pazienti cronici al di fuori dell'ambiente ospedaliero richiede strumenti diagnostici economici, di semplice utilizzo da parte del *caregiver* o dello stesso paziente, con la possibilità di trasmettere i dati clinici ad una centrale (*hub*)<sup>1</sup>. L'utilizzo della telemedicina favorisce le attività di assistenza domiciliare e l'evoluzione della tecnologia telematica consente una maggiore efficienza nell'erogazione di prestazioni di diagnosi e cura. Gli esami spirometrici e le immagini radiologiche possono facilmente e velocemente viaggiare fra diversi operatori sanitari (teleconsulto) e fra operatori sanitari e pazienti al loro domicilio (telemonitoraggio). Questi nuovi sistemi o *network* diventeranno parte integrante delle nuove reti di gestione ospedale-territorio per la cura delle patologie croniche<sup>2</sup> sia attraverso la creazione di *database* condivisi su portali web<sup>3</sup>, sia attraverso nuove forme ultraveloci di consulto fra MMG e specialisti e fra specialisti stessi. Inoltre sono a disposizione dei malati anziani affetti da patologie croniche – e di chi li assiste – nuove modalità di accesso alla diagnostica strumentale attraverso la telefonia fissa e mobile (App, SMS, MMS, WhatsApp, Chat ecc.)<sup>4</sup>. Poter attivare il monitoraggio telematico domiciliare per i malati più complessi apre nuove prospettive di deospedalizzazione in sicurezza per pazienti cronicamente gravi. Le opportunità offerte dalla tecnologia possono ridurre gli accessi al pronto soccorso e valorizzare la figura del medico curante con grandi vantaggi potenziali non solo per la riduzione dei costi, ma soprattutto per la qualità di vita dei pazienti.

Il telemonitoraggio e la teletrasmissione dei parametri vitali – SpO<sub>2</sub>, FC (Frequenza Cardiaca), PA (Pressione Arteriosa), FEV<sub>1</sub>, peso corporeo ecc. – dal paziente al MMG o allo specialista e la condivisione di immagini (RX torace, TAC, risonanza magnetica, ecocardiografia, ecc.) su sito elettronico consentono il riconoscimento immediato di eventuali peggioramenti dello stato di salute del paziente, la realizzazione dei provvedimenti terapeutici del caso con grosso risparmio di tempo e riduzione dei costi<sup>5</sup>.

L'insufficienza respiratoria accompagna spesso le riacutizzazioni. La ripetizione di questa complicanza conduce frequentemente al cuore polmonare cronico e riduce drasticamente l'aspettativa di vita, portando al peggioramento della qualità di vita, misurata come QALY, negli anni successivi. Il QALY, acronimo di *Quality Adjusted Life Year*, è un'unità di misura che combina la durata di vita insieme alla qualità della vita stessa. Viene utilizzato come indice di ponderazione nella valutazione degli incrementi nell'aspettativa di vita connessi agli interventi sanitari.

È obbligatorio in questi pazienti valutare la saturazione ossiemoglobinica (SaO<sub>2</sub>). La presenza di una SaO<sub>2</sub> < 92% a riposo necessita di una conferma dell'ipossia nei gas ematici. È quindi necessario in questi casi eseguire l'emogasanalisi per confermare il sospetto diagnostico. In caso di emergenza bisogna avere a disposizione esami strumentali che diano una risposta immediata per lo studio e la diagnosi precoce dell'insufficienza respiratoria causata da ipossiemia arteriosa con riduzione dell'ossigeno (pO<sub>2</sub>), da aumento dell'anidride carbonica (pCO<sub>2</sub>) e alterazione dell'equilibrio acido/base (pH). Queste informazioni sono indispensabili al fine di instaurare una terapia immediata<sup>6,7</sup>.

Comunemente si procede con lo studio dei gas ematici effettuando un prelievo di sangue arterioso attraverso una emogasanalisi che misura appunto pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub> e i parametri derivati<sup>8</sup>. Questo esame viene eseguito in ambiente ospedaliero e consente di stabilire la corretta terapia, fino ad arrivare se necessario alla prescrizione dell'ossigenoterapia o addirittura, nelle forme ancora più gravi, alla ventiloterapia o ad altri trattamenti più invasivi<sup>9</sup>. L'analisi strumentale del campione di sangue arterioso deve essere effettuata entro pochi minuti, pena la sua alterazione e, di conseguenza, l'ottenimento di risultati parzialmente attendibili. Questo ha reso necessario avere a disposizione emogasanalizzatori portatili, dal costo però molto elevato e ad oggi scarsamente diffusi<sup>10,11</sup>.



Figura 1. a) Il dispositivo CNOGA *TensorTip MTX*; b) il posizionamento del dito nel dispositivo.

Da pochi anni una nuova tecnologia misura parametri che finora potevano essere monitorati soltanto con test invasivi, condotti presso laboratori specializzati e in ospedale. La ricerca tecnologica israeliana ha infatti messo a punto uno strumento realizzato dall'azienda CNOGA in grado di eseguire rapidamente (alcuni secondi) e senza alcun prelievo di sangue la misurazione di importanti parametri quali la saturazione dell'ossigeno ( $SpO_2$ ), il numero dei globuli rossi (RBC), l'emoglobina (Hb), l'ematocrito (HCT), la frequenza cardiaca (FC), la pressione arteriosa sistolica e diastolica (PA max e PA min), la pressione arteriosa media (MAP), la gittata cardiaca (CO), la pressione parziale dell'ossigeno ( $pO_2$ ), la pressione parziale dell'anidride carbonica ( $pCO_2$ ), l'equilibrio acido/base (pH) nonché altri parametri qui non presi in considerazione, come la viscosità ematica capillare (BV), la gittata cardiaca/minuto, il contenuto in ossigeno ( $O_2$ ) in mL/dL e di anidride carbonica ( $CO_2$ ) in mmol/L. Si tratta del *TensorTip MTX device*<sup>12-15</sup> (Figura 1), uno strumento di piccole dimensioni, molto leggero, che funziona attraverso una telecamera che registra le variazioni temporanee di colore dei tessuti dell'organismo (cute, derma, vasi, sangue ecc.) con una definizione di almeno 36 colori, fino a  $6,80^{10}$  combinazioni di colori: una luce emessa dall'apparecchio attraversa il tessuto e viene riflessa ad un sensore d'immagine (telecamera). Il colore dell'immagine del tessuto viene processato in tempo reale e attraverso dei calcoli matematici viene riportato ai valori clinici.

La misurazione viene eseguita sul tessuto capillare del polpastrello di un dito della mano, preferibilmente l'anulare. Lo strumento è dotato di un display luminoso che visualizza i dati sopra elencati. Può essere utilizzato dal paziente, adeguatamente addestrato, senza necessità di personale sanitario. È collegabile tramite un cavo ad un computer che può inviare i dati al medico curante e al centro di assistenza di telemedicina (*hub*). La versione aggiornata di tale strumento, dotata di un sistema *Bluetooth/wireless*, scarica i dati sul telefono del paziente o dell'operatore sanitario tramite un'App e quindi li trasmette al medico curante e al centro di assistenza di telemedicina (*hub*). È possibile stampare la copia cartacea del risultato dell'esame.

Di seguito i risultati di una misurazione ottenuta con CNOGA *TensorTip MTX* (Figura 2).

## Esperienza personale

In provincia di Viterbo sono assistiti pazienti in Ossigenoterapia domiciliare a Lungo Termine (OTLT) che debbono periodicamente monitorare il loro livello di ossigeno nel sangue, attraverso l'esecuzione di un'emogasanalisi, per stabilire se le condizioni cliniche sono stabili, se sono migliorate o se stanno peggiorando.

Nel Servizio Territoriale di Pneumologia della ASL di Viterbo (Lazio) abbiamo realizzato uno studio per valutare l'utilizzabilità nel *setting* assistenziale domiciliare del dispositivo CNOGA MTX. Nella fase iniziale, necessaria per l'addestramento del personale e dei pazienti all'uso del dispositivo, sono stati comparati i valori rilevati dal paziente attraverso l'uso del CNOGA con quelli forniti dalla strumentazione tradizionale in uso nel reparto (emogasanalizzatore mod. *STATpHOX Ultra - Nova Biomedical*, sfigmomanometro, cardiografometro, conta strumentale dell'emocromo, saturimetro).

Lo studio ha avuto inizio a giugno 2017 e si è concluso dopo 6 mesi. È stato selezionato un campione di 12 soggetti, 7 maschi e 5 femmine, di cui quattro con valori nella norma, cinque affetti da ipossiemia arteriosa e tre affetti da ipossiemia arteriosa + ipertensione arteriosa.

I parametri misurati dai pazienti con il CNOGA *TensorTip MTX* concordano con quelli effettuati con il metodo tradizionale. Si sono osservate alcune discordanze per alcuni parametri, quelli della  $pO_2$ , della Hb e della pressione arteriosa (vedi Tabella I): infatti il valore della  $pO_2$  misurato con il CNOGA *TensorTip MTX* è mediamente superiore del 7,63% rispetto al metodo tradizionale; il valore dell'Hb misurato con il CNOGA *TensorTip MTX* è inferiore del 7,61% rispetto alla misura tradizionale. Il valore della pressione arteriosa misurato con il CNOGA *TensorTip MTX* è inferiore del 9% circa rispetto alla misurazione con lo sfigmomanometro aneroido. Le misurazioni sono state ripetute almeno due volte per l'emogasanalisi e tre volte per gli altri parametri.

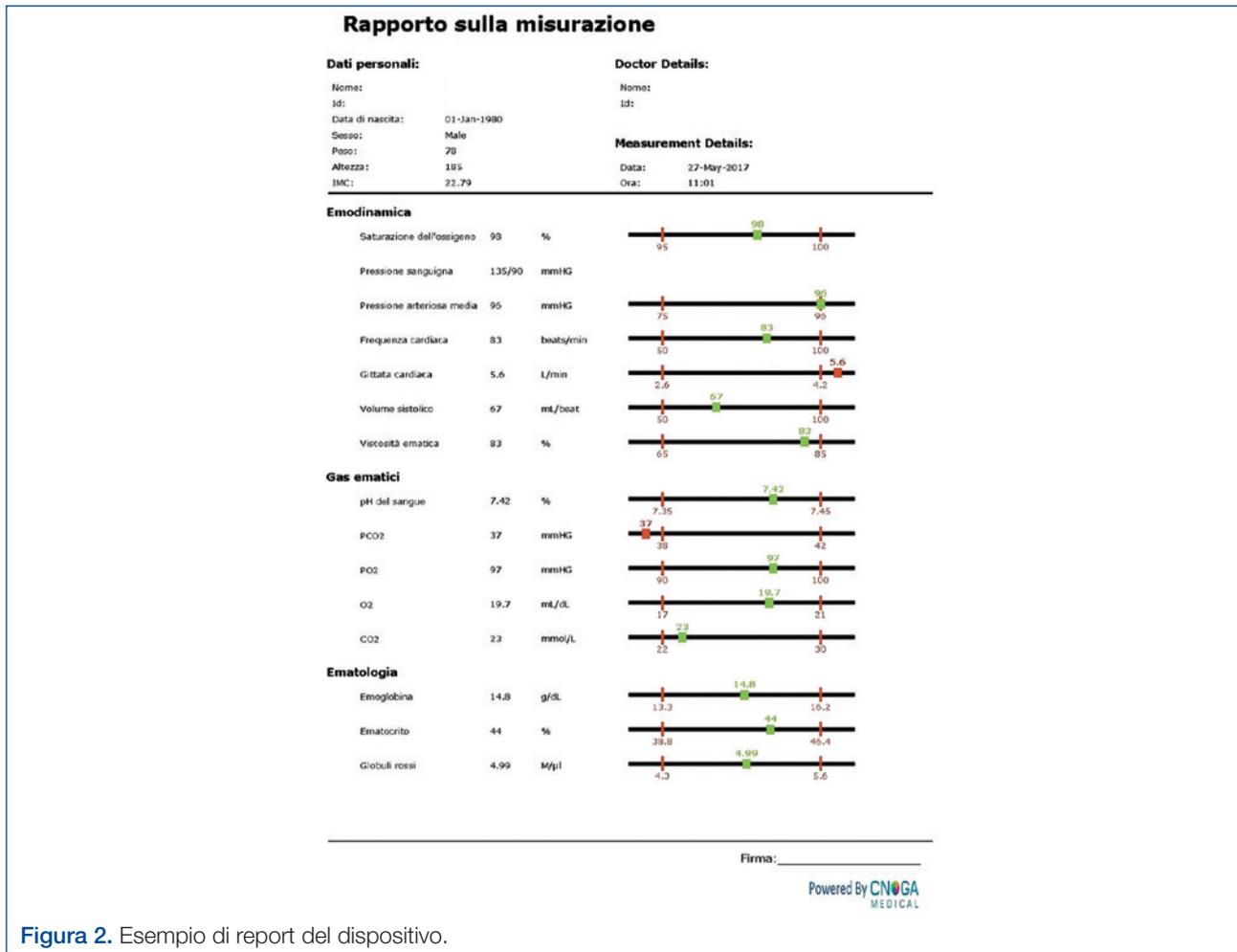


Figura 2. Esempio di report del dispositivo.

I risultati ottenuti, anche se in una casistica modesta, hanno evidenziato una buona corrispondenza, pari al 98%, fra i valori ottenuti dai pazienti con il dispositivo CNOGA e quelli ottenuti con la strumentazione tradizionale (sfigmomanometro, cardiofrequenzimetro, conta strumentale dell'emocromo, saturimetro).

Il dato dell'emogasanalisi fornito da CNOGA *TensorTip MTX* ha invece una corrispondenza tra il 92% e 93% di quello fornito dall'emogasanalizzatore tradizionale. Questo si spiega con il fatto che il CNOGA effettua una misurazione a livello periferico, sul tessuto capillare del polpastrello, mentre la misurazione della pressione arteriosa avviene a livello dell'arteria brachiale e il prelievo per l'emogasanalisi avviene dall'arteria radiale.

È emersa la necessità di porre particolare attenzione alla selezione e all'addestramento del paziente alla misurazione, all'attenta detersione della pelle e alla scelta della taglia del dito, poiché se non viene impostata la misura

Tabella I. Elenco dei dati rilevati e scostamenti rilevati nel campione.

Paziente	Sesso	Età	pO <sub>2</sub>	CNOGA pO <sub>2</sub>	%	Hb	CNOGA Hb	%	PA	CNOGA PA	%
• 1	M	82	93,3	96	+ 3	13,2	11,1	- 15	120/80	100/70	- 15
• 2	F	77	62,6	65	+ 3,8	11,6	11,3	- 2,6	170/100	150/90	- 8,8
• 3	M	92	57,5	65	+ 13	14,7	12,8	- 12,9	185/110	155/95	- 15,2
• 4	F	61	68,2	75	+ 9,97	11,6	9,4	- 11,6	140/80	120/80	- 9
• 5	M	73	87,3	94	+ 7,6	13,6	13,2	- 2,9	100/60	100/50	- 6,25
• 6	F	79	92,8	95	+ 2,37	13,8	12,2	- 11,5	130/80	110/70	- 14,2
• 7	F	69	65,4	72	+ 10	12,7	12,3	- 3,1	110/70	100/70	- 5,5
• 8	F	68	88,4	95	+ 7,4	14,3	13,6	- 4,9	130/80	120/80	- 5,0
• 9	M	85	63,8	68	+ 6,5	13,3	12,8	- 3,76	140/90	125/75	- 13,0
• 10	M	74	59,8	65	+ 8,7	15,5	13,4	- 13,5	130/80	110.60	- 9,5
• 11	M	55	60,5	66	+ 9,09	15,2	14,6	- 3,95	120/80	120/80	0
• 12	M	87	61,7	68	+ 10,2	12,2	11,5	- 5,7	110/80	110/80	0
• Variazione sul totale					+ 7,63			+ 7,61			- 8,4

reale, vi può essere una stima in difetto dei valori della pressione arteriosa, dell'emoglobina e dei globuli rossi. Anche la bassa temperatura delle estremità (dita fredde, indicate da un segnale di allarme che compare sul display) o disturbi circolatori possono alterare i risultati di CNOGA *TensorTip MTX*.

## Conclusioni

Una strumentazione come CNOGA *TensorTip MTX* può portare grandi vantaggi in numerosi ambiti della medicina. Anche se sono indispensabili ulteriori studi per la validazione e l'introduzione del metodo, può essere utile nei reparti ospedalieri, nel Pronto Soccorso, così come nello *screening* di alcune popolazioni a rischio, negli ambulatori dei medici di famiglia, nell'assistenza domiciliare, nei pazienti in OTLT, nelle ambulanze, in Medicina del Lavoro, ecc. La possibilità di trasmettere il dato al telefono o ad un computer che può inviarlo al medico curante o al centro di assistenza di telemedicina (*hub*) consente di gestire a distanza il paziente. L'opportunità di non dover effettuare un prelievo di sangue cruento e doloroso lo vede fortemente indicato anche nelle pediatrie, proprio per evitare al bambino il trauma, la paura e il dolore dell'ago. In questo caso è bene che vengano compiuti studi ulteriori per realizzare una dimensione della camera del dispositivo adeguata.

Lo studio effettuato dimostra la applicabilità reale dello strumento nel *setting* assistenziale territoriale domiciliare. La tecnologia consente ai pazienti di eseguire a casa propria gli esami clinici con strumenti di facile utilizzo, ma al medico rimarrà sempre il compito di interpretare correttamente il risultato e di gestire la patologia. Come tutti gli esami di *screening* non invasivi la raccomandazione, in caso di dati fuori dal *range* di normalità e/o non concordanti con il quadro clinico, è quella di ripetere dopo alcuni minuti la misurazione, per confermare il dato ed eventualmente integrarlo con una misurazione tradizionale.

## Bibliografia

- 1 Pezzati P, Tronchin M, Messeri G. *Le analisi decentrate e la loro gestione (cosa, perché e come) - emogasanalisi*. *Biochimica Clinica* 2004;28.
- 2 Ministero della Salute. *Piano nazionale della cronicità 2016*. [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano) HYPERLINK; [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano&id=2584](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=2584) &HYPERLINK; [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano&id=2584](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=2584) id=2584.
- 3 Ministero della Salute. *Il Fascicolo sanitario elettronico. Linee guida nazionali*. 2011. [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano) HYPERLINK; [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano&id=1465](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=1465) &HYPERLINK; [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano&id=1465](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=1465) id=1465.
- 4 Ministero della Salute. *Linee guida per la comunicazione on line in tema di tutela e promozione della salute*. 2011. [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano) HYPERLINK; [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano&id=1473](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=1473) &HYPERLINK; [www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_2\\_1.jsp?lingua=italiano&id=1473](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=1473) id=1473.
- 5 Determina Regione Lazio n. G17606 del 19 dicembre 2017. *Programma di miglioramento e riqualificazione (ai sensi dell'art. 1, comma 385 e ss., Legge 11 dicembre 2016, n. 232)*.
- 6 Soldin SJ, Brugnara C, Wong EC. *Pediatric reference ranges for arterial blood gases*. Washington: AACC Press 2003.
- 7 Hardie JA, Vollmer WM, Buist AS, et al. *Reference values for arterial blood gases in the elderly*. *Chest* 2004;125:2053-60.
- 8 Blonshine S, Foss CM, Mottram C, et al. *AARC clinical practice guideline: blood gas analysis and hemoximetry, 2001 revision and update*. *Respir Care* 2001;46:498-505.
- 9 Sgambato F, Caporaso C, Sgambato E, Prozzo S. *L'emogasanalisi un esame salvavita*. *SIMI Pocket 2017*. Roma: SIMI 2017.
- 10 Sgambato F, Prozzo S, Sgambato E. *L'ABC dell'equilibrio acido-base "umanizzato" senza logaritmi*. Maddaloni: Incontri al Casale, Ristampa 2016.
- 11 Emogasanalisi Arteriosa (EGA). [www.nurse24.it/studenti/indagini-diagnostiche/emogasanalisi-procedura.html](http://www.nurse24.it/studenti/indagini-diagnostiche/emogasanalisi-procedura.html).
- 12 Baig MM, Gholam-Hosseini H, Moqem AA, et al. *A systematic review of wearable patient monitoring systems - current challenges and opportunities for clinical adoption*. *J Med Syst* 2017;41:115.
- 13 Segman Y. *Finger deployed device for measuring blood and physiological characteristics*. US8489165B2 Patent, 2013.
- 14 Segman YJ. *New method for computing optical hemodynamic blood pressure*. *J Clin Exp Cardiol* 2016;7:492.
- 15 Segman YJ, Sherman E. *Post marketing study of hemodynamic and hematological non invasive readings in a blood bank*. *SAGE Open Med* 2018;6:2050312118796065.

Patrizia Scavalli (foto)  
UOSD BPCO e Malattie Respiratorie Croniche, ASL Viterbo  
[patrizia.scavalli@asl.vt.it](mailto:patrizia.scavalli@asl.vt.it)

Sergio Pillon  
Telemedicina Cardiovascolare, AO San Camillo Forlanini, Roma

Livio Picchetto  
Stroke Unit, Clinica Neurologica, Nuovo Ospedale Civile "S. Agostino-Estense", Baggiovara, AUSL Modena

Gli Autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.