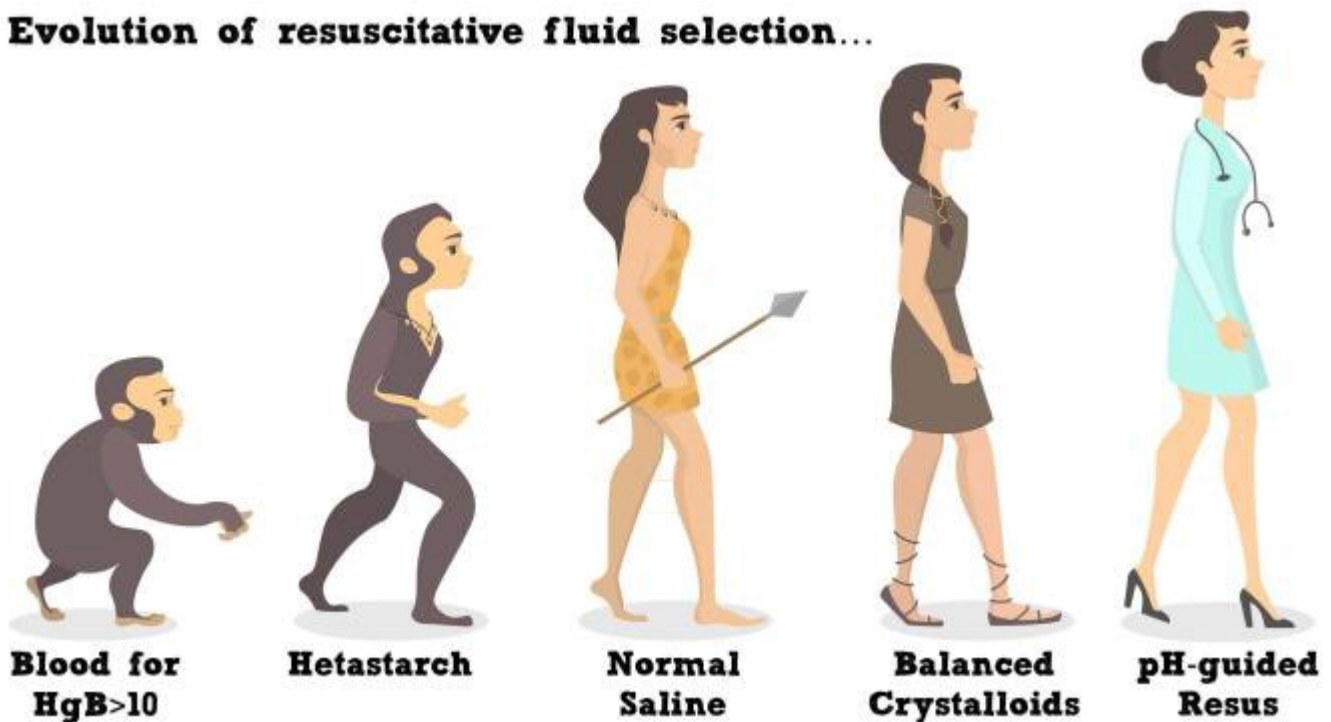


Lựa chọn dịch & hồi sức bằng dịch theo hướng pH

November 2, 2016 by Josh Farkas

Dịch: Tùng Long

Evolution of resuscitative fluid selection...



CONTENTS

- [Forward](#)
- [Crystalloids vs. colloids](#)
- [Step I: Balanced Crystalloid](#)
 - [Choice of balanced crystalloid](#)
- [Step II: pH-guided resuscitation](#)
- [Hypertonic & isotonic bicarbonate](#)
- [Therapeutic alkalinization to augment permissive hypercapnia](#)
- [Podcast](#)
- [Questions & discussion](#)
- [Pitfalls](#)

Hình minh họa ở trên có thể có chút thú vị, nhưng điều này thực sự phản ánh những thực tiễn khác nhau mà tôi đã gặp trong quá trình đào tạo và hành nghề. Cách đây vài năm, khoa ICU tại Bệnh viện đa khoa Genius đã hầu hết chuyển từ NS sang Lactated Ringers (điều này không khó cũng không drama gì cả). Gần đây, việc hồi sức dịch hướng pH đã trở nên ngày càng phổ biến.

Sự lựa chọn dịch có lẽ không tạo ra nhiều khác biệt cho hầu hết bệnh nhân. Tuy nhiên, điều trị bằng dịch là một can thiệp cực kỳ phổ biến. Khi tận dụng số lượng lớn bệnh nhân được truyền dịch, ngay cả những khác biệt nhỏ về hiệu quả cũng có thể quan trọng (ví dụ: NNT là 30 hoặc 50). Cuối cùng, đối với những bệnh nhân bị tăng kali máu hoặc nhiễm toan chuyển hóa, lựa chọn chất lỏng có thể cực kỳ quan trọng.

Dịch tinh thể vs dịch keo

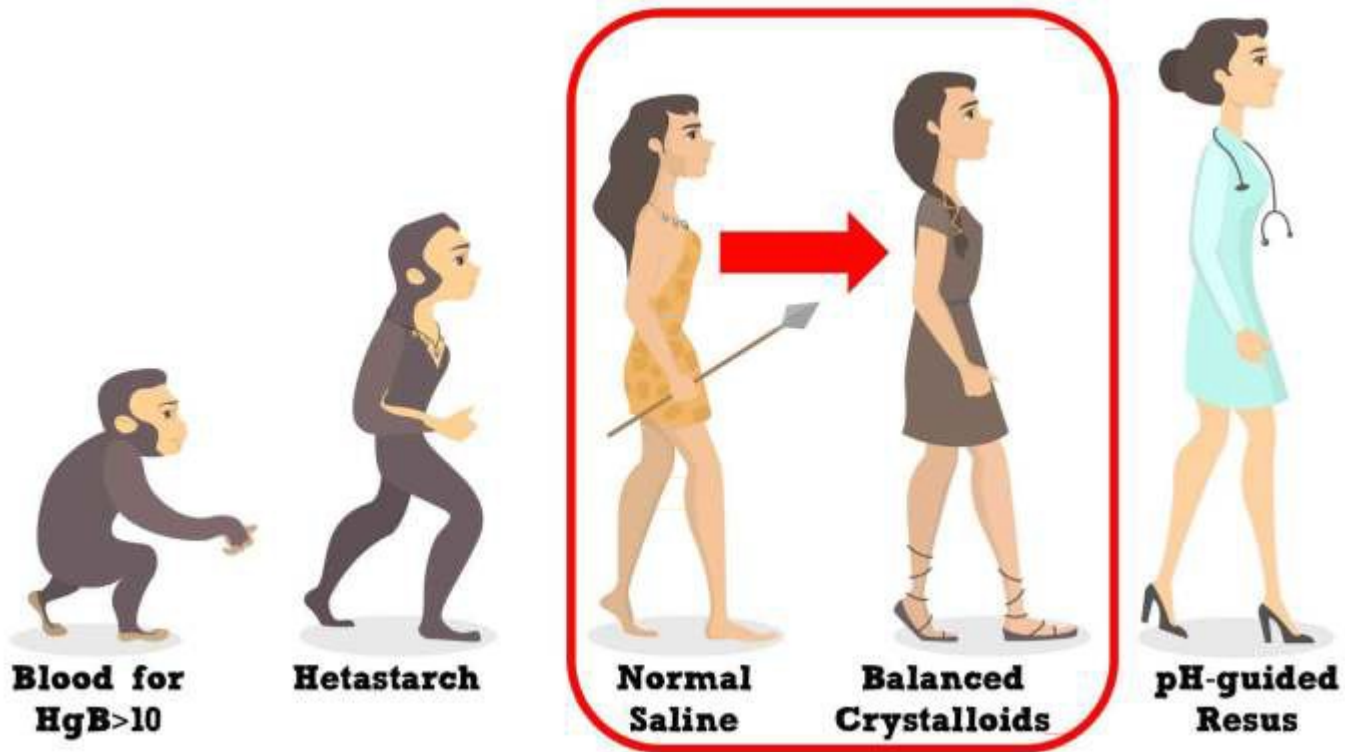
Vai trò của dịch keo (albumin)?

- Cuộc tranh luận về dịch tinh thể và dịch keo có thể vẫn tiếp tục, nhưng sẽ giảm đi ít nhiều. Mặc dù albumin được hỗ trợ nhiều về mặt lý thuyết, nhưng thật ra không có bằng chứng lâm sàng nào hỗ trợ thực sự cả. Trong thực tế, dịch tinh thể thường được ưa thích vì nó rẻ hơn và sẵn có hơn.
- Hiện nay, albumin dường như được chỉ định chủ yếu cho mục đích hỗ trợ chức năng thận ở những bệnh nhân bị xơ gan, bao gồm:
 - Xử trí viêm phúc mạc do vi khuẩn tự phát.
 - Xử trí hội chứng gan thận.
 - Dự phòng hội chứng gan thận sau khi chọc dịch bụng khối lượng lớn.

Hetastarch là chất độc !

- Hetastarch là một loại dịch keo tổng hợp rẻ tiền.
 - Nhiều RCT lớn, chất lượng cao đã chỉ ra rằng nó gây ra suy thận và có thể tăng tỉ lệ tử vong trong nhiễm trùng huyết.
 - Cảnh báo đã được đưa ra bởi **FDA** và cả **European Medicines Agency** khuyến cáo không sử dụng hetastarch.
 - Kỳ lạ thay, Hes tiếp tục được bán bởi các công ty dược phẩm và vẫn còn trên danh mục thuốc tại nhiều bệnh viện.
 - Không có pháp lý y tế hoặc bằng chứng nào cho việc sử dụng hetastarch.
-

Bước I: Balanced crystalloid- dịch tinh thể cân bằng



Cơ sở lý luận để chuyển từ NS sang dịch tinh thể cân bằng

- (1) Không bao giờ có bất kỳ lý luận về mặt sinh lý nào để sử dụng NS đầu tay. Hầu hết các lý do được đưa ra để hỗ trợ việc sử dụng NS không dựa trên sinh lý hoặc bằng chứng (ví dụ: giá rẻ, thường dùng).
- (2) NS làm trầm trọng thêm nhiễm toan. Điều này có thể gây ra vấn đề - đặc biệt là khi bắt đầu trên những bệnh nhân nhiễm toan nặng (điều này không hiếm ở những bệnh nhân nặng).
- (3) NS đã được chứng minh là làm trầm trọng thêm tình trạng tăng kali máu (bằng cách gây nhiễm toan làm dịch chuyển kali ra khỏi tế bào) (*O'Malley 2005, Khajavi 2008, Modi 2012, Weinberg 2017*).
- (4) Trong mô hình động vật, NS gây ra tác hại đáng kể so với dịch tinh thể cân bằng (ví dụ: nhiễm toan hơn, chức năng tim bị suy yếu, rối loạn đông máu, giảm chức năng thận và tử vong) (*Kellum 2004, Orbegozo 2016*). Ở người, hai RCT đã chỉ ra rằng NS có thể gây rối loạn huyết động so với các dịch tinh thể cân bằng (*Potura 2015, Pfortmueller 2018*).
- (5) Tăng chloride máu do NS có thể gây co mạch thận, làm tăng nguy cơ tổn thương thận. Điều này đã được thể hiện trong một loạt các nghiên cứu, gần đây nhất là *RCT SALT-ED*.

- Thật thú vị, thử nghiệm SALT-ED cho thấy lợi ích từ dịch tinh thể cân bằng, mặc dù hầu hết bệnh nhân được truyền một lượng dịch tương đối ít.

comparison of normal saline versus balanced crystalloids – a survey of the evidence

Study	Very brief description of findings
Kellum JA 2004 14718447	Animal sepsis study: Moderate hyperchloremic metabolic acidosis causes hypotension.
O'Malley CM 2005 15845718	RCT during kidney transplant surgery: Normal saline causes greater degree of hyperkalemia than LR.
Kellum JA 2006 17035425	Rat sepsis model: Hyperchloremic metabolic acidosis increases levels of pro-inflammatory cytokines.
Khajavi MR 2008 18569935	RCT during kidney transplant surgery: Normal saline causes greater degree of hyperkalemia than LR.
Wu 2011 21645639	RCT in pancreatitis: Normal saline results in higher levels of inflammation compared to LR.
Modi MP 2012 22237237	RCT during kidney transplant surgery: Normal saline causes greater degree of hyperkalemia than LR.
Chowdhury AH 2012 22580944	RCT of human volunteers: Saline results in decreased renal perfusion compared to plasmalyte.
Yunos NM 2012	Before-after study: Transition to more balanced crystalloids in critically ill patients appeared to decrease kidney injury.
Zhou F 2014 24335444	Rat sepsis model: Saline results in greater kidney injury and worse short-term survival versus LR.
Potura E 2015 25185593	RCT during renal transplant surgery: Saline resuscitation causes more hypotension versus balanced crystalloid.
SPLIT 2015 26444692	RCT of critically ill patients: No differences found in rates of acute kidney injury or dialysis comparing NS vs. plasmalyte.
Orbegozo D 2016 27655180	Sheep sepsis model: Saline resuscitation reduces cardiac & renal function, and hastens death (versus LR).
Weinberg L 2017 29121282	RCT during kidney transplant surgery: Normal saline causes greater degree of hyperkalemia than plasmalyte
Pfortmueller CA 2018 29406176	RCT during abdominal surgery. Study stopped early due to harm (saline was causing hypotension vs balanced crystalloid).
De-Madaria E 2018 29435315	RCT in pancreatitis: Normal saline results in more patients displaying SIRS criteria compared to LR
SALT-ED 2018 29485926	Cluster-randomized trial of patients in emergency department: Normal saline increases renal injury versus LR.
SMART 2018 29485925	Cluster-randomized trial of critically ill patients: NS increased the composite of death or kidney injury versus balanced fluid

Very brief summary of evidentiary basis supporting the use of balanced crystalloids. Due to the large number needed to treat (NNT), it's difficult to definitively prove benefit from balanced crystalloid within a RCT. However, on the whole there is a substantial volume of basic science and clinical evidence indicating that normal saline (and its consequence, non-anion-gap metabolic acidosis) may be harmful. On the flip side, there is essentially no evidence that saline is superior to balanced crystalloid.

-The Internet Book of Critical Care, by @PulmCrit

Lập luận về việc sử dụng NS & tại sao nó không đáng!

- “NS rẻ hơn !”
 - Lactated Ringers chỉ đắt hơn ~ 25 cents mỗi lít và chênh lệch chi phí của Plasmalyte/Normosol không lớn hơn nhiều. Những khác biệt này đơn giản là không đáng nói khi mà hóa đơn viện phí của bệnh nhân có thể giá trị hàng ngàn đô la. Ngoài ra, sử dụng dịch tinh thể cân bằng có thể tránh được nhu cầu sử dụng bicarbonate IV và/hoặc lọc máu - giúp tiết kiệm một khoản tiền đáng kể.
- “Tôi sẽ đổ 2 lít NS sau đó chuyển qua dịch tinh thể cân bằng sau.”
 - Đầu tiên, không ai làm điều đó. Nếu các bác sĩ và y tá trong đơn vị của bạn đã quen với việc cho NS và bệnh nhân gặp sự cố, họ sẽ tiếp tục cho NS. Họ sẽ không kiểm tra xem trước đó bệnh nhân đã được cho bao nhiêu NS.
 - Thứ hai, thử nghiệm **SALT-ED** cho thấy lợi ích lâm sàng từ dịch tinh thể cân bằng có thể xảy ra ngay cả khi chỉ sử dụng một lượng nhỏ.
- “Lactated Ringers không an toàn khi tăng kali máu.”
 - Lactated Ringers là tốt trong tăng kali máu. Trong thực tế, NS mới là chống chỉ định trong tăng kali máu (xem thêm ở **đây**).
- “Lactated Ringers sẽ gây tăng lactate máu.”

- Bolus 30 cc / kg Lactated Ringers có thể làm mức độ lactate lên ~ 0,5 mM (**30037514**). Những thay đổi của lactate là tối thiểu và sẽ mất đi nhanh chóng, bởi vì gan cực kỳ "lão luyện" trong việc chuyển hóa lactate. Nếu bạn đang đưa ra quyết định lâm sàng chỉ trên cơ sở một sai lệch rất nhỏ, thì bạn cũng đang sử dụng một giá trị lactate sai do sai số của phòng xét nghiệm.
- “Lactated Ringers không tương thích với 1 số thuốc (vd: ceftriaxone).”
 - Đây không phải là vấn đề nếu bệnh nhân có đủ đường truyền IV. Hơn nữa, Plasmalyte không chứa canxi, do đó, nó tương thích với nhiều loại thuốc hơn.
- “Lactated Ringers không tương thích với máu.”
 - Đây dường như là một bí ẩn. Lactated Ringers chứa 1,5 mM canxi. Nếu nồng độ canxi này khiến máu đông cục, thì chứng tăng calci huyết nhẹ sẽ dẫn đến các vấn đề đông máu gây chết người (thực tế không phải vậy!). Một số nghiên cứu đã phát hiện ra rằng Lactated Ringers có thể tương thích với truyền máu (**9568658**, **19340493**, **1866680**).

Các nghiên cứu đang thực hiện về NS so với dịch tinh thể cân bằng

Vincent and De Backer *Critical Care* (2016) 20:250
DOI 10.1186/s13054-016-1435-x

Critical Care

COMMENTARY

Open Access



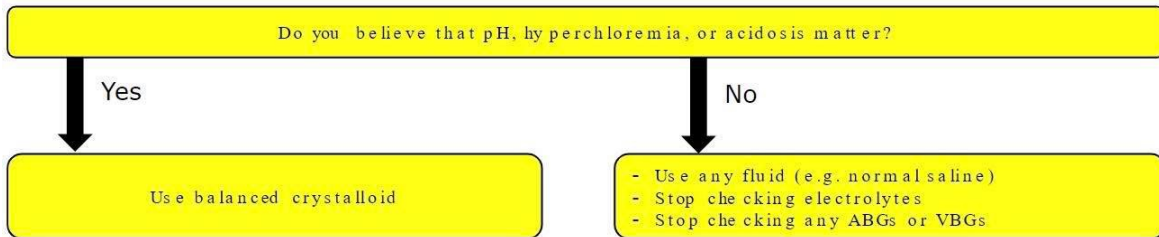
Saline versus balanced solutions: are clinical trials comparing two crystalloid solutions really needed?

Jean-Louis Vincent^{1*} and Daniel De Backer²

Note the date of this publication – 2016! This line of argumentation already made sense before publication of the SALT-ED and SMART trials.

- Các nghiên cứu sâu hơn đang được tiến hành liên quan đến việc lựa chọn NS so với dịch tinh thể cân bằng. Tuy nhiên, không rõ liệu chúng ta có thực sự cần bất kỳ thử nghiệm bổ sung nào không (**Vincent 2016**):
 - Không có lý luận sinh lý nào cho việc sử dụng NS ở hầu hết bệnh nhân.
 - Gần như tất cả các dữ liệu về sinh lý, trên động vật và lâm sàng có sẵn cho thấy các loại dịch tinh thể cân bằng là vượt trội.
 - Nó xác nhận rằng NS sẽ gây ra nhiễm toan và tăng chloride máu (đây là thực tế).
- Tại thời điểm này, chỉ có hai chiến lược mạch lạc và hợp lý tồn tại, được hiển thị dưới đây:

Logically coherent approach to saline vs. balanced crystalloid



Saline causes acidosis and hyperchloremia. Thus, it's illogical to use normal saline and then worry about hyperchloremia or pH.

-The Internet Book of Critical Care, by @PulmCrit

=))

Lựa chọn dịch tinh thể cân bằng

composition of commonly used crystalloids

	"Normal" plasma	Normal Saline (NS)	Lactated Ringers (LR)	Plasmalyte (normosol)
Na ⁺	140	154	130	140
K ⁺	4		4	5
Ca ⁺⁺	2.3		1.5	
Mg ⁺⁺	1			1.5
Cl ⁻	104	154	109	98
Lactate ⁻			28	
Acetate ⁻				27
Gluconate ⁻				23
Osmolarity	285	308	274	295
SID		0	28	27*

All concentrations are listed in mM, except for osmolarity (in mOsm).

*Sodium gluconate appears to be excreted in the urine unchanged (rather than being metabolized into bicarbonate). So gluconate doesn't effectively function as an alkali.

-The Internet Book of Critical Care, by @PulmCrit

Thảo luận về các anion khác nhau

- Sodium lactate
 - Trước đây, việc sử dụng Lactate rất đáng sợ (do có thể làm xấu đi tình trạng nhiễm "toan lactic"). Điều này là không thể, vì *sodium lactate* không phải là một axit.
 - Lactate có thể hoạt động như một loại "nhiên liệu" giúp trao đổi chất cho tim, vì vậy dù sao đi nữa thì lactate có thể là tốt. Truyền natri lactate ưu trương đã được chứng minh là cải thiện chức năng tim (*Nalos 2014*).

- *In vivo*, lactate sẽ được chuyển hóa rất nhanh thành bicarbonate bởi gan (trừ khi bệnh nhân bị suy gan tối cấp).
- Sodium acetate
 - Chuyển hóa rất nhanh thành bicarbonate.
 - Thiếu tác dụng có lợi cho tim của lactate. Nồng độ acetate quá mức có thể gây giãn mạch và hạ huyết áp, nhưng điều này không ảnh hưởng đến lâm sàng (acetate được chuyển hóa nhanh chóng và chỉ tác động thoáng qua).
- Sodium gluconate
 - Mặc dù được cho là chuyển hóa thành bicarbonate, nhưng điều này dường như không xảy ra - vì vậy natri gluconate không hoạt động như một chất kiềm (không giống như natri acetate và natri lactate). Có nghĩa là Plasmalyte ảnh hưởng đến pH cũng tương tự như Lactated Ringers.
 - Natri gluconate hầu như được lọc hoàn toàn bởi thận. Nó thậm chí có thể hoạt động như một chất lợi tiểu thẩm thấu.

Chống chỉ định của Lactated Ringers

- Những điều sau đây **không** phải là chống chỉ định:
 - Tăng kali máu (xem thêm tại [đây](#)).
 - Xơ gan hoặc tổn thương gan (nếu bệnh nhân không suy gan thì nó sẽ có thể chuyển hóa thành lactate).
- Chống chỉ định thật sự (tuy nhiên tất cả đều là chống chỉ định tương đối):
 - Tăng áp lực nội sọ - Lactated Ringers về mặt lý thuyết có thể làm xấu đi điều này, bởi vì nó hơi nhược trương. Cho một lít LR sẽ có tác dụng gần như tương đương với việc cho một lít NS cộng với một liều thuốc pha trong ~ 150 ml D5W. Vì vậy, đây không phải là một vấn đề lớn, nhưng nó cũng không lý tưởng. Đối với một bệnh nhân đã biết có tăng áp lực nội sọ, plasmalyte sẽ thích hợp hơn.
 - Nhiễm axit lactic liên quan đến metformin - Trong tình huống lâm sàng này, bệnh nhân thực sự có thể gặp khó khăn trong việc chuyển hóa lactate. Tuy nhiên, lưu ý rằng các LR có chứa natri lactate - vì vậy nó sẽ làm tăng mức độ lactate mà không gây nhiễm toan (xem thêm tại [đây](#)).
 - Tăng calci máu nặng - Lactated Ringer có 1,5 mM canxi, sẽ không làm nặng thêm tình trạng tăng calci máu (có thể sẽ làm giảm canxi máu, vì nó có nồng độ canxi thấp hơn so với máu của bệnh nhân). Tuy nhiên, đây cũng không phải là loại dịch tối ưu (xem thêm tại [đây](#)).
- Nhìn chung, các chống chỉ định đối với LR thường không phổ biến và khá là nhẹ. Ngoài ICU thần kinh ra, LR sẽ là lựa chọn tuyệt vời cho ~ 95% bệnh nhân và là lựa chọn an toàn cho gần như tất cả bệnh nhân.

comparison of lactated ringers vs. plasmalyte

	Lactated Ringers (LR)	Plasmalyte (note: identical to normosol)
Contraindications	- Elevated intracranial pressure - Metformin-induced lactic acidosis* - Severe hypercalcemia	- Metformin-induced lactic acidosis?* (No strong contraindications)
Effect on pH	- Both fluids have equivalent effect on pH. - Will tend to gently pull bicarbonate level towards normal.	
Effect on sodium	Extremely weak effect, may tend to pull sodium gently towards ~130 mM.	Extremely weak effect, may tend to pull sodium gently towards ~140 mM.
Effect on potassium	- Both fluids are safe in hyperkalemia (and preferred to NS). - May tend to very gently pull potassium towards a normal level.	
Effect on magnesium	Lacks magnesium	Slightly supraphysiologic Mg concentration, which may help avoid hypomagnesemia (but won't treat hypomagnesemia).
Effect on calcium	Slightly supraphysiologic Ca concentration, which may help avoid hypocalcemia.	Lacks calcium (arguably the crystalloid of choice for patients with hypercalcemia).
Compatibility with various drugs	Calcium causes incompatibility with some medications.	Doesn't contain calcium, which may improve compatibility with drugs (compared to LR).
Anion quality	Sodium lactate is a physiologic anion which may improve cardiac function. Arguably the better choice for anion.	Sodium acetate & gluconate aren't terrific anions, but this may not be important (acetate is rapidly metabolized into bicarbonate).
Cost & availability	- Cheaper (small difference) - More widely available	- Slightly more expensive - Availability more variable
Evidence basis	- No comparative trials showing benefit of one over the other. - Historically Lactated Ringers has been used more widely and it may have a slightly stronger evidentiary basis overall (e.g. SALT-ED trial used mostly LR).	

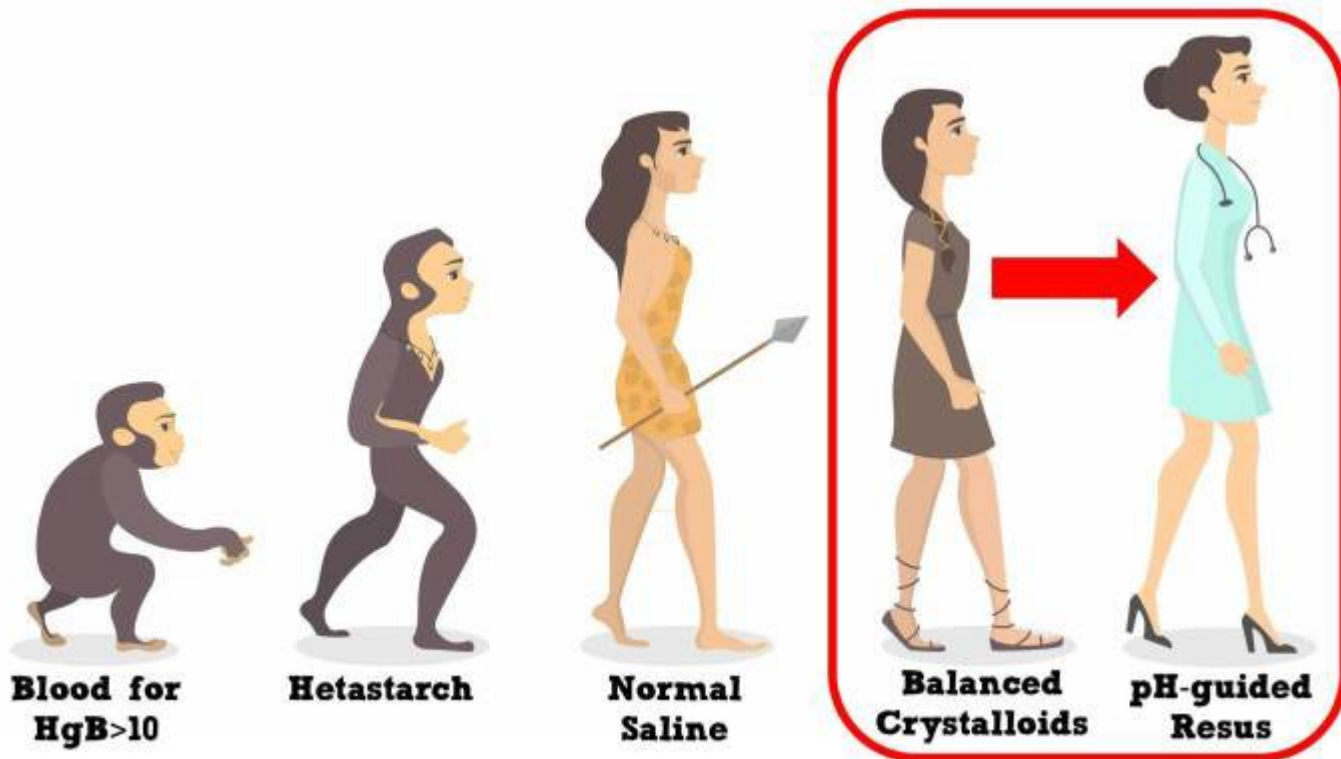
Currently lactated ringers and plasmalyte both seem like very good balanced crystalloids, without any clear evidence regarding which might be better. This table focuses on differences, but for the vast majority of patients these fluids are interchangeable.
*Metformin-induced lactic acidosis may interfere with the metabolism of both sodium lactate and sodium acetate. See that chapter for further discussion of fluid selection.

-The Internet Book of Critical Care, by @PulmCrit

Dịch tinh thể cân bằng lý tưởng nhất?

- Không có sự khác biệt lớn giữa các loại dịch tinh thể cân bằng khác nhau và có thể chỉ ảnh hưởng tối thiểu trên lâm sàng.
- Lactated Ringers nói chung là một lựa chọn tuyệt vời vì nó rẻ, sẵn có và phù hợp về mặt sinh lý (sự lựa chọn của lactate như một anion được cho là vượt trội hơn so với gluconate / acetate).
- Plasmalyte cũng là một lựa chọn tuyệt vời, có thể vượt trội trong các tình huống mà Lactated Ringers gặp các chống chỉ định tương đối (liệt kê ở trên).

Bước 2 II: hồi sức hướng pH



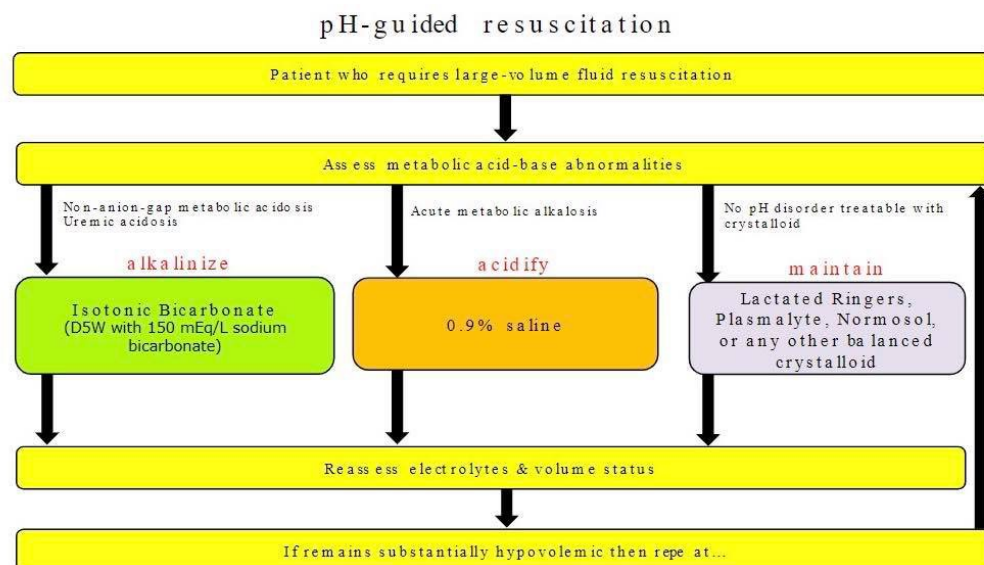
Khái niệm chung

- Sự chuyển đổi từ NS sang dịch tinh thể cân bằng (Bước I, ở trên) tập trung chủ yếu vào việc các tránh tác hại từ dịch (ví dụ như tăng chloride máu). Tuy nhiên, chúng ta có thể đưa khái niệm này thêm một bước nữa để sử dụng dịch tinh thể nhằm cải thiện tình trạng pH trên bệnh nhân.
 - Dịch nên được xem như là một loại thuốc.
 - Cũng giống như chúng ta sẽ không cho bệnh nhân sử dụng kháng sinh bừa bãi, chúng ta không nên đổ dịch bừa bãi - dịch nên được lựa chọn kỹ để tối đa hóa lợi ích.
- Điều chỉnh pH bằng hồi sức dịch là một cơ hội, nhưng nó có nhiều hạn chế.
 - Có thể phải cần một khối lượng lớn dịch để ảnh hưởng đến pH của bệnh nhân.
 - Sau khi bệnh nhân đã được hồi sức bằng dịch, cơ hội này sẽ mất đi (vì không thể cung cấp thêm một khối lượng lớn dịch mà không gây quá tải thể tích).

pH bất thường có thể điều trị với dịch tinh thể

- (1) Toan chuyển hóa không anion-gap - Non-anion-gap metabolic acidosis (NAGMA)
 - Điều này về cơ bản đại diện cho sự thiếu hụt bicarbonate (dù cho bicarbonate bị mất qua phân hay nước tiểu).
 - Bệnh nhân có chức năng thận bình thường cuối cùng sẽ tái tạo bicarbonate, nhưng điều này cần thời gian. Hơn nữa, những bệnh nhân nặng thường có suy thận hoặc nhiễm toan ống thận làm kéo dài sự phục hồi của NAGMA.
 - Truyền dịch bicarbonate là một điều trị hợp lý về mặt sinh lý và được chấp nhận đối với NAGMA.
- (2) Toan chuyển hóa do tăng ure máu - Uremic metabolic acidosis
 - Hầu hết các dạng toan chuyển hóa có anion-gap (ví dụ nhiễm toan lactic hoặc nhiễm toan ceton) không đáp ứng thuận lợi với bicarbonate IV. Một ngoại lệ của dạng này có thể là nhiễm toan chuyển hóa do tăng ure máu.
 - Bicarbonate ngoại sinh từ lâu đã được các bác sĩ thận học sử dụng trong nỗ lực cải thiện pH và tránh phải lọc máu. Điều này gần đây đã được xác nhận trong thử nghiệm BICAR-ICU, trong đó bicarbonate đã giúp giảm nhu cầu lọc máu ở bệnh nhân tăng ure máu (xem thêm ở [đây](#)).
- (3) Kiềm chuyển hóa cấp - Acute metabolic alkalosis
 - Hầu hết các dạng nhiễm kiềm chuyển hóa được thấy trong ICU là mạn tính (ví dụ: nhiễm kiềm chuyển hóa mạn để đáp ứng bù trừ với nhiễm toan hô hấp mạn). *Nhiễm kiềm do bù trừ phải được xem xét riêng.*
 - Nhiễm kiềm chuyển hóa cấp rất hiếm gặp. Ví dụ do ăn phải một lượng lớn chất kiềm, lợi tiểu thể tích lớn (contraction alkalosis) hoặc mất dịch dạ dày (nôn mửa, hút NG liên tục).
 - NS là một liệu pháp hợp lý cho nhiễm kiềm chuyển hóa cấp, bởi vì nó sẽ giảm nồng độ bicarbonate huyết thanh trở lại bình thường.
- Lưu ý rằng những bất thường sau đây không thể điều trị bằng dịch tinh thể:
 - Nhiễm kiềm chuyển hóa mạn là sự bù trừ cho nhiễm toan hô hấp mạn.
 - Toan chuyển hóa có anion-gap ngoại trừ toan do tăng ure máu (ví dụ toan lactic hoặc toan ceton).

Hồi sức hướng pH



pH-guided fluid resuscitation refers to the concept that resuscitation represents a one-time opportunity to fix certain pH abnormalities that are responsive to acidic or alkali fluid infusion. Since such therapies typically require a large volume of infused fluid, treatment of the pH abnormality must occur simultaneous with the initial fluid resuscitation.

- Điều này khá đơn giản - chủ yếu là đánh giá tình trạng pH của bệnh nhân và liệu việc lựa chọn dịch IV có thể cải thiện pH hay không.
- Bicarbonate IV có thể hữu ích khi có sự thiếu hụt bicarbonate:
 - Thiếu hụt bicarbonate (tính bằng mEq) có thể được ước tính bằng công cụ từ *MDCalc*.
 - Mỗi lít bicarbonate đẳng trương chứa 150 mEq bicarbonate (xem thêm bên dưới).
 - Nói chung, tránh cho bệnh nhân nhiều hơn 80% lượng bicarbonate thiếu hụt để ngăn ngừa sự điều chỉnh quá mức của nhiễm toan chuyển hóa.
- Trong điều kiện thiếu bicarbonate, natri acetate có thể được sử dụng thay thế.

Hồi sức dịch hướng pH là quan trọng nhất trong toan chuyển hóa do tăng ure máu

- Đây có lẽ là tình huống phổ biến nhất được hưởng lợi từ hồi sức hướng pH.
- Bicarbonate đẳng trương có thể cải thiện độ pH và giúp tránh lọc máu. Ngoài ra, nếu bệnh nhân đã được hồi sức đủ dịch *mà trong đó không có* bicarbonate đẳng trương, sẽ không thể cung cấp thêm cho họ một lượng bicarbonate đầy đủ (những bệnh nhân này thường có thiếu niệu, do đó tiếp tục truyền dịch có thể gây ra phù phổi).
- Những bệnh nhân này thường tăng kali máu - điều này cũng sẽ được cải thiện bằng bicarbonate đẳng trương (thảo luận thêm trong chương về *tăng kali máu*).
 Nhìn chung, những bệnh nhân có tổn thương thận cấp tính, toan chuyển hóa tăng ure máu và tăng kali máu sẽ đáp ứng rất thuận lợi với bicarbonate đẳng trương, cùng với đó sẽ giải quyết được các vấn đề về điện giải. Điều này có thể dành cho họ một khoảng thời gian để thận phục hồi, có thể tránh phải lọc máu.

Bicarbonate ưu trương và đẳng trương



Isotonic bicarbonate is generally prepared by combining a liter of D5W with three 50-mEq ampules of sodium bicarbonate. This creates a roughly isotonic solution (~ 150 mEq/L).

Bicarbonate đẳng trương là gì?

- Bicarbonate đẳng trương thường được điều chế bằng cách thêm 150 mEq natri bicarbonate vào một lít D5W (như trên).
- Mặc dù đây là dịch ưu trương nhưng glucose không hoạt động như một chất thẩm thấu (vì nó dễ dàng xâm nhập vào tế bào). Do đó, in vivo, nó sẽ hoạt động như một dịch đẳng trương.
- D5W được sử dụng vì hầu hết các bệnh viện không có nước cất vô trùng IV. Nếu bệnh viện của bạn có, tốt hơn là nên dùng nước vô trùng để tạo ra dung dịch bicarbonate đẳng trương tinh khiết.

	Isotonic Bicarbonate (150 mEq/ L)	Hypertonic bicarbonate (1 mEq/ mL)
% NaHCO ₃ by weight	~1.3% NaHCO ₃	8.4% NaHCO ₃
Tonicity	300 mOsm	2,000 mOsm
General properties	- Doesn't cause hypernatremia - Large volume required to increase bicarb. - Will decrease potassium concentration.	- Doesn't cause significant volume load - Will increase sodium concentration - Doesn't affect potassium concentration
Use	- Volume resuscitation in patient with acidosis - Hyperkalemia	- Metabolic acidosis in patient with euvolemia - Emergency treatment of hyponatremia - Emergency treatment of cerebral edema
Cautions	- Excess may cause volume overload and hypokalemia	- Excess will cause hypernatremia - Administer slowly to avoid significant pCO₂ rise

-The Internet Book of Critical Care, by @PulmCrit

Bicarbonate đẳng trương và ưu trương

- Các dạng bicarbonate được sử dụng phổ biến nhất là bicarbonate ưu trương (không pha) và bicarbonate đẳng trương, như so sánh ở trên.
- Lượng bicarbonate ưu trương có thể sử dụng bị giới hạn bởi nồng độ natri. Mỗi ống bicarbonate 50 ml sẽ làm tăng nồng độ natri khoảng ~ 1-1,5 mEq /L. Cần thận trọng khi truyền lặp đi lặp lại vì có thể gây tăng natri máu.
- Lượng bicarbonate đẳng trương có thể sử dụng thường bị giới hạn bởi sự quá tải thể tích. Mỗi 150 mEq bicarbonate đi kèm với một lít dịch.

CO₂ hòa tan & tốc độ truyền bicarbonate đẳng trương

- Bicarbonate tĩnh mạch chứa cả bicarbonate và CO₂ hòa tan. Ví dụ, nồng độ pCO₂ trong một ống bicarbonate có thể là ~ 100 mm.
- Following administration:
 - CO₂ hòa tan sẽ làm tăng tạm thời pCO₂ của bệnh nhân. Theo thời gian, nó sẽ được thở ra và bệnh nhân sẽ trở lại mức pCO₂ trước đó. Điều này sẽ xảy ra ngay cả khi bệnh nhân thở máy (tăng pCO₂ sẽ làm tăng gradient để đẩy CO₂ ra khỏi cơ thể - làm tăng độ thanh thải CO₂ và cuối cùng đưa về mức pCO₂ ban đầu). Tình huống duy nhất mà CO₂ không trở về ban đầu là khi

bệnh nhân đã chết (ví dụ như ngừng tim, với lưu lượng tuần hoàn hiệu quả là tối thiểu).

- Bicarbonate sẽ tồn tại lâu hơn, sau khi pCO₂ đã được thở ra. Điều này giải thích tác dụng kiềm hóa của bicarbonate IV.
- Fun fact: độ pH của một ống bicarbonate chỉ là 8. Nó không có tính kiềm (vì có chứa cả pCO₂ và bicarbonate). Lý do nó gây ra kiềm hóa in vivo là vì pCO₂ được thở ra trong khi bicarbonate vẫn còn.
- Các ống natri bicarbonate thường không nên được tiêm nhanh trong vài giây. Điều này có thể gây ra sự thay đổi pH nhanh chóng, bao gồm cả tăng cao pCO₂. Do đó, các ống bicarbonate ưu trương thường nên được tiêm chậm ~ 5-10 phút nếu có thể.
- Bicarbonate đẳng trương có thể được truyền ở tốc độ tương tự các dịch tinh thể khác (vd 75- 1.000 ml/giờ). Với nồng độ CO₂ thấp hơn so với bicarbonate ưu trương, việc tăng nhanh CO₂ cho bệnh nhân không phải là vấn đề ở đây.

Ảnh hưởng trên nồng độ Kali

- Có ba yếu tố đang diễn ra ở đây:
 - (1) Tính ưu trương làm kali di chuyển ra khỏi tế bào (một quá trình được gọi là *kéo chất tan-solute drag*).
 - (2) Bicarbonate làm tăng độ pH, giúp chuyển kali vào tế bào.
 - (3) Tải lượng thể tích của bicarbonate đẳng trương có thể trực tiếp pha loãng kali, do đó làm giảm nồng độ kali.
- Bicarbonate ưu trương
 - Các yếu tố # 1 & # 2 triệt tiêu lẫn nhau.
 - Một số RCT đã chỉ ra rằng bicarbonate ưu trương *không ảnh hưởng* đến nồng độ kali
- Bicarbonate đẳng trương
 - Các yếu tố # 2 và # 3 đều làm giảm mức kali.
 - Dữ liệu có sẵn cho thấy bicarbonate đẳng trương làm giảm nồng độ kali ở những bệnh nhân bị nhiễm toan chuyển hóa (*Blumberg 1992, Fraley 1977, Gutierrez 1991*).
- Ý nghĩa lâm sàng phụ thuộc vào những gì bạn đang cố gắng đạt được:
 - *Tăng kali máu*: Nếu bạn đang cố gắng giảm mức kali, bạn cần sử dụng bicarbonate đẳng trương.
 - *Hạ kali máu*: Nếu bạn đang cố gắng tăng độ pH mà *không làm giảm* kali, thì bicarbonate ưu trương có thể có lợi. Ngoài ra, bạn có thể sử dụng bicarbonate đẳng trương với việc bổ sung đồng thời kali.

Hạ canxi máu

- Tăng pH sẽ có xu hướng làm *giảm* mức ion canxi (chủ yếu là do loại bỏ các proton gắn với albumin làm cho albumin tích điện âm nhiều hơn, dẫn đến tăng liên kết canxi-albumin).

- Tăng độ pH lên mức bình thường không gây hạ canxi máu, nhưng nó có thể làm *trầm trọng thêm* tình trạng *hạ canxi máu trước đó*.

Những lỗi thường gặp khi sử dụng bicarbonate

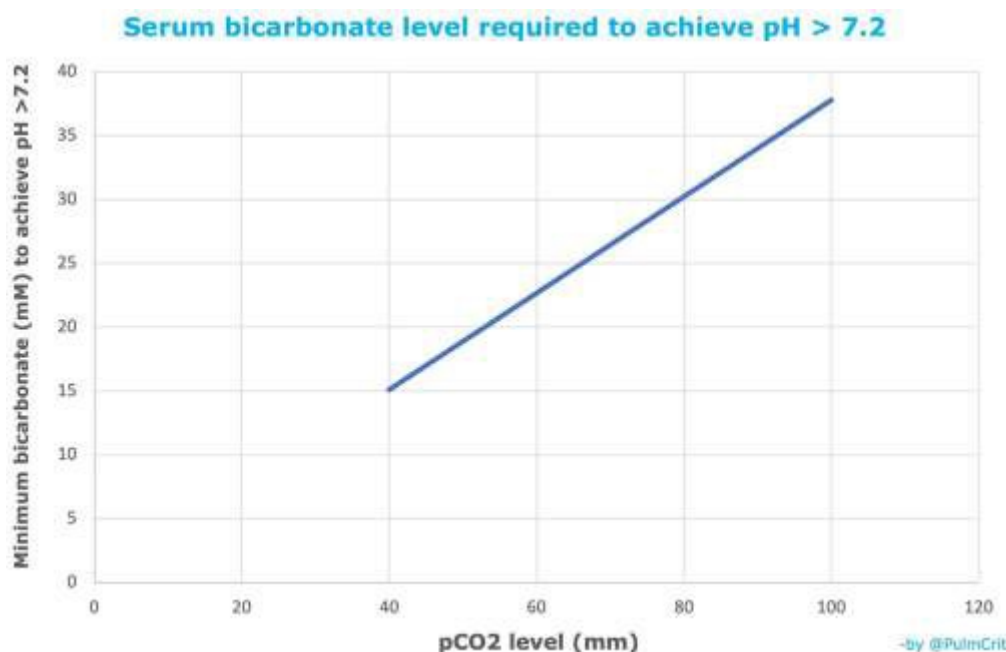
- Nói chung, chúng tôi muốn *tiêu chuẩn hóa* loại dịch này nhằm tránh mắc các lỗi về y khoa:
 - (a) Không pha thuốc tiêm với hai ống bicarbonate. Nếu bạn muốn cung cấp thêm cho bệnh nhân D5W, tốt nhất nên lập đồng thời 2 đường truyền (một với D5W và một với bicarbonate đẳng trương thực sự).
 - (b) Đừng pha 3 ống bicarbonate trong một lít NS!
- Đừng ngăn ngại việc cho bicarbonate đẳng trương với tốc độ bạn cần. Ví dụ, ở một bệnh nhân bị giảm kali máu nặng cần dịch và bicarbonate, bạn có thể muốn đổ bicarbonate đẳng trương ở mức 250-1.000 ml/giờ (để cung cấp cả thể tích và bicarbonate).
- Đừng bơm thẳng tay một ống bicarbonate ưu trương (trừ khi có một lý do thực sự tốt, chẳng hạn như ngộ độc thuốc chống trầm cảm ba vòng nặng).
- Đừng sử dụng bicarbonate ưu trương để điều trị tăng kali máu (đã được chứng minh là không có tác dụng).
- Đừng bolus bicarbonate ưu trương cho bệnh nhân ngừng tim (trừ khi bạn nghi ngờ nguyên nhân độc tính).
- Đừng sử dụng bicarbonate để điều trị toan lactic hoặc toan ceton (điều này không có tác dụng và mang lại tiếng xấu cho bicarbonate).

Kiểm hóa trị liệu nhằm tăng mức tăng CO₂ máu cho phép

Khái niệm cơ bản

- Thỉnh thoảng, những bệnh nhân được đặt nội khí quản là những người cực kỳ khó thông khí (điển hình là do tình trạng hen không kiểm soát hoặc ARDS nặng).
- Cách tiếp cận an toàn nhất cho những bệnh nhân này có thể là sử dụng bicarbonate IV, với mục tiêu tăng mức bicarbonate lên ~ 30-35 mEq / L
 - Lưu ý rằng nồng độ bicarbonate *bình thường* trong máu là 22-28 mEq/L. Do đó, nồng độ bicarbonate huyết thanh từ 30 đến 35 mEq/L là không cao lắm.
- Điều này thường sẽ giúp chuyển bệnh nhân từ trạng thái nhẹ nhiễm toan chuyển hóa (hầu hết bệnh nhân bắt đầu với bicarbonate ~ 20 mEq/L) đến nhiễm kiềm chuyển hóa nhẹ. Bicarbonate huyết thanh cao hơn giúp dễ dàng thông khí cho bệnh nhân (mục tiêu pH > 7,35-7,45). Sử dụng bicarbonate có thể an toàn hơn so với việc tăng nhịp hô hấp hoặc tidal volume (sẽ làm tăng lực cơ học được đưa vào phổi và có thể làm tăng nguy cơ tràn khí màng phổi).

- Lưu ý rằng sự phát triển của tràn khí màng phổi ở bệnh nhân mắc ARDS hoặc hen suyễn nặng có thể là một biến cố thảm khốc.
- Bệnh nhân mắc ARDS hoặc trong tình trạng hen không kiểm soát thường sẽ bù trừ cho nhiễm toan hô hấp bằng kiềm chuyển hóa. Sử dụng nguồn bicarbonate ngoại sinh nhằm mục đích đạt được điều tương tự, chỉ đơn thuần là thúc đẩy quá trình thích ứng bình thường này.
- Không có bằng chứng chất lượng nào về chủ đề này. Việc sử dụng bicarbonate ngoại sinh để cân bằng tình trạng nhiễm toan hô hấp nặng là một phương pháp đã có từ lâu trong chăm sóc tích cực (ví dụ: được sử dụng trong thử nghiệm **ARMA** trên bệnh nhân ARDS). Thật không may, không có dữ liệu rõ ràng để hướng dẫn về tốc độ và mức độ kiềm hóa nào là tối ưu.



Làm thế nào để đạt được kiềm hóa trị liệu

- Tùy thuộc vào cân nặng và bicarbonate nền của bệnh nhân, điều này thường sẽ liên quan đến việc sử dụng ~ 150-300 mEq sodium bicarbonate để nhắm mục tiêu mức bicarbonate huyết thanh ~ 30-35 mEq/L. Mục tiêu này thường sẽ đạt được dần dần trong vài giờ.
- **Bicarbonate ưu trương**: Một số hoặc tất cả các loại bicarbonate ngoại sinh này có thể được dùng dưới dạng natri bicarbonate ưu trương (8.4%, mô tả ở trên). Bicarbonate ưu trương có ưu điểm là giúp hạn chế lượng dịch truyền vào, nhưng cuối cùng sẽ gây tăng natri máu.
- **Bicarbonate đẳng trương**: Có thể hữu ích ở những bệnh nhân có giảm thể tích hoặc tăng natri máu. Ở bệnh nhân đã ở trạng thái cân bằng dịch và natri máu ở mức bình thường-cao, bicarbonate đẳng trương có thể được kết hợp với lợi tiểu (ví dụ furosemide và thiazide) để đạt kiềm hóa mà không gây quá tải thể tích.

Lợi tiểu **thiazide** có thể hữu ích trong việc thúc đẩy bài tiết natri và tránh tăng natri máu (xem thêm ở **đây**). Sử dụng Furosemide đơn thuần có xu hướng bài tiết nước tiểu pha loãng - vì vậy sự kết hợp của furosemide với bicarbonate đẳng trương vẫn có thể có xu hướng làm tăng mức natri của bệnh nhân.

- Mức độ kiềm hóa nào là tối ưu thật sự không rõ ràng, và có khả năng thay đổi tùy thuộc vào tình trạng bệnh nhân. Trong hầu hết các trường hợp, kiềm hóa từ từ, ví dụ: 25-100 mEq bicarbonate mỗi giờ, là đủ.
 - Sử dụng bicarbonate sẽ gây ra sự gia tăng tạm thời $p\text{CO}_2$ trong quá trình sử dụng, điều này sẽ làm giảm pH tạm thời. Tuy nhiên, sau khi hoàn tất, $p\text{CO}_2$ sẽ giảm xuống mức nền và bicarbonate khi đó sẽ làm tăng độ pH.
 - Nếu bicarbonate được dùng chậm hơn, thì mức độ tăng $p\text{CO}_2$ thoáng qua sẽ nhỏ hơn. Tất nhiên, sẽ mất nhiều thời gian hơn để đạt được mục tiêu pH.
-



- Đừng sử dụng NS như dịch hồi sức mặc định của bạn. Có nhiều lý do cho điều này, nổi bật là: cuối cùng bạn sẽ phải kết thúc việc truyền hàng lít NS cho bệnh nhân tăng kali máu và nhiễm toan, làm rối loạn cân bằng pH của họ.
- Đừng ngại sử dụng Lactated Ringers ở những bệnh nhân tăng kali máu hoặc rối loạn chức năng gan. Đừng ngại sử dụng Plasmalyte ở bất kỳ bệnh nhân nào (dường như không có bất kỳ chống chỉ định được công nhận nào với Plasmalyte).
- Đừng bỏ lỡ cơ hội để khắc phục các bất thường pH của bệnh nhân bằng cách sử dụng phương pháp hồi sức có hướng dẫn pH (đặc biệt đối với bệnh nhân nhiễm toan chuyển hóa do tăng ure).
- Không biết cách sử dụng các chế phẩm bicarbonate khác nhau.

