

نمک

# مقدمه و تاریخچه

- سه عامل مهم در تجمع مردم و بوجود آمدن تمدنها
- 1- نمک
- 2- آب
- 3- غذا (شکار یا کشاورزی)
- salary مشتقی از لغت Salaris یا پول نمک.
- تمایل شدید حیوانات به نمک.
- استفاده شکارچیان و قبایل بومی از این احتیاج برای به دام انداختن یا شکار حیوانات.
- نمک یکی از مواد مصرفی اولیه بود که ضرورت آن پی برده شد.

- به طور وسیع در طبیعت پخش و فقط مخصوص اقیانوسها و دریاها نبوده.
  - معادن زیاد دارای سنگ نمک .
- آب دریاها دارای 2.68% نمک.
- توزیع نامتعادل نمک در جهان.
  - جنگها برای کنترل تجارت آن (کونیترز 1956).
  - به بردگی گرفتن کودکان و حتی زنان برای تهیه نمک.

- گاوها بعد از 2 الی 3 هفته استفاده از جیره بدون نمک اشتهای غیرطبیعی برای دریافت آن از خود نشان می دهند ( بابکوک 1905 )

- برای نشان دادن هرگونه علائم بیماری حدود یک سال زمان لازم داشتند
- اسمیت و آینز (1959) اهمیت بیشتر سدیم نسبت به کلر در حیوانات تغذیه شده با جیره دارای نمک کم.

- نقش ضروری کلر را جدا از سدیم در گاوهای شیرده
- (کایوک و همکاران، 1979، نتمن و همکاران، 1984، گابوک 1986).

# خصوصیات شیمیایی و پراکندگی در طبیعت

• سدیم

11	• عدد اتمی
22.99	• جرم اتمی
86.81°C	• نقطه ذوب
892°C	• نقطه جوش

- 2.83 درصد پوسته زمین را از لحاظ وزنی.
- مهمترین کاتیون آبهای سطح زمین بوده.
- بطور آزاد در طبیعت وجود ندارد
- باهالوژنها بیشترین مقدار با کلر و فسفر ترکیب می گردد.
- سدیم تازه بریده شده درخشنده و نقره ای، در مجاورت هوا تیره
- بیشتر مواد غذایی دامها دارای مقدار کافی سدیم نیست.

- بدن حیوان دارای 2. درصد سدیم است

– بخشی از این به صورت غیر محلول و غیر قابل دسترس در استخوانها

- بخش اصلی سدیم در مایع بین سلول

- کلر در غلظت‌های بالا در داخل و در خارج سلولهای بافت‌های بدن

# کلر

17  
35.46  
-101°C  
-34.6 °C

- عدد اتمی
- جرم اتمی
- نقطه ذوب
- نقطه جوش



- در خانواده هالوژن‌ها بعد از فلوئور قرار دارد.
- گازی است که با رنگ زرد مایل به سبز، دارای بویی خفه کننده.
- غلظت آن در سنگ‌های آذرین زیاد و در آب دریا 1.9 درصد (به صورت NaCl)
- یک پذیرنده الکترون، به راحتی با اکثر عناصر به غیر بعضی از گازها منجمله نیتروژن ترکیب می‌گردد.

- از نظر مقدار در شیر سومین است و بیشترین آنیون در مایع خارج سلولی می‌باشد.

- در شیر 11 درصد
- کلر مایعات بدن در کل خون 61 تا 71 meq/lit
- در پلاسما 100 meq/lit
- در مایع شکمبه 10 تا 30 meq/lit

- میزان کلر در بدن بین 1 تا 11 درصد می‌باشد

# متابولیسم

- الف – جذب
- یونهای سدیم و کلر به سهولت، از ابتدای روده کوچک جذب می گردند.
- جذب سدیم و کلر همچنین از شکمبه انجام می گیرد.
- کلر تقریباً به طور کامل در سراسر لوله گوارش جذب می گردد
- – (ندری 1981).
- تقریباً 80% سدیم و کلر ریخته شده به روده حیوانات از ترشحات داخلی مانند بزاق، مایعات معده ای، صفرا و شیره لوزالمعده نشات می گیرند  
(NRC، 1980)
- انتقال سدیم از غشاء اپی تلیوم روده به صورت پمپ فعال و انتشار ساده.

- انتقال فعال کلر در معده قورباغه و روده (Ileum) موش و سگ و انسان.

- مکانیزم جذب کلر از نوع Double Exchange model نیز نشان داده شده.

– ترشح بیکربنات و جذب کلر وابسته به مکانیزم الکتریکی خنثی دفع هیدروژن و جذب سدیم می باشد

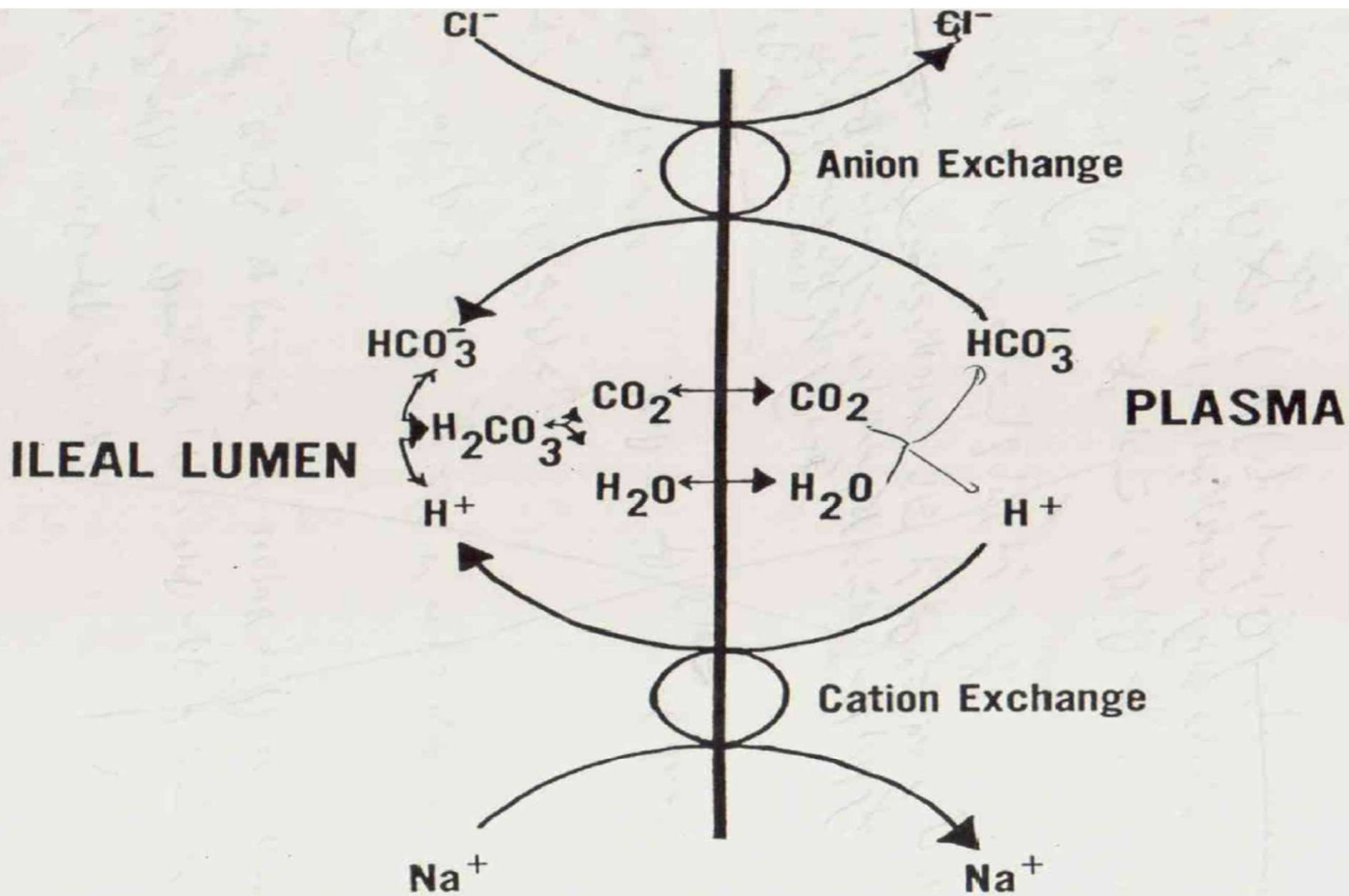


FIGURE 1. MODEL OF COUPLED CATION/ANION TRANSPORT (ACTIVE CHLORIDE TRANSPORT) ACROSS THE INTESTINAL MUCOSA.

- ورود نمک از خون به اثنی عشر و ژوژرنوم در زمان وجود یک محلول Hypotonice در روده ها.
- ولی در الیئوم فقط سدیم جذب می شود ( از محلول Hyptonice )  
بنابراین همیشه مقدار جذب Na در روده ها از دفع آن بیشتر است.
- کلیه ها وظیفه دفع اضافی Na را به عهده می گیرند.
- اسهال باعث کم شدن جذب Na و استفراغ باعث کم شدن دسترسی به سدیم می شوند.

جذب کلر از شکمبه می شود، بر خلاف شیب غلظت تقریباً 10 برابر غلظت کلر در شکمبه) ولی اغلب جذب در قسمتهای بعدی شکمبه به ویژه در قسمتهای بالایی روده کوچک است. همچنین مقداری جذب در روده بزرگ اتفاق می افتد.

همبستگی نزدیک بین غلظت پتاسیم (k) و کلر در ادرار گاو وجود دارد (پکی و همکاران 1969).

## دفع سدیم و کلر

- سدیم و کلر عمدتاً به صورت نمک در ادرار دفع می‌شوند.  
– دفع کلر در ادرار (90-95%)، در مدفوع (4-8%) و طریق پوست 2%  
• سدیم و کلر همچنین در عرق و مدفوع نیز دفع می‌شوند.  
– تعریق مسیر کلی دفع نمک در بعضی از حیوانات  
• شیر یکی از راههای دفع سدیم و کلر (11%) در حیوانات است.  
• اتلاف سدیم از طریق استفراغ، اسهال، تعریق



- دفع کلر از طریق مدفوع (اسهال) و استفراغ می تواند زیاد باشد.  
– خالی شدن محتویات معده از جمله اسیدکلریدریک
- مصرف مقادیر بالای سدیم باعث افزایش دفع Na و Cl بوسیله کلیه و افزایش نیاز به آب می شود.
- دفع کلر همچنین تحت تاثیر یون بیکرینات نیز قرار دارد (chloride shift) به طوری که افزایش یون بیکرینات پلاسما باعث دفع مقادیر قابل ملاحظه ای کلر می شود.

# تعادل در کالر و سدیم در بدن

- کلیه های انسان قادرند یک الی 40 گرم نمک را در روز دفع کنند.
- تنظیم تعادل سدیم و پتاسیم بوسیله
- بستگی به مقدار مصرف Na، زیادی آن میتواند از راههای مختلف مانند ادرار، بزاق، شیره روده ها، صفرا و شیره لوزالمعده دفع شود

- السترئون از بخش قشری عده آدرنال ترشح شده و باز جذب سدیم را از لوله‌های کلیه تنظیم می‌کند
- هورمون آنتی دیورنتیک (ADH) از هیپوفیز پسین ترشح می‌شود و ترشح آن توسط تغییرات فشار اسمزی مایعات خارج سلولی تحریک میشود.
- هر دو هورمون نسبت سدیم به پتاسیم را در مایعات بدن ثابت نگه می‌دارند.
- سیستم زنین – آنژیوتنسن الیوسترون (RAA) در تنظیم نمودن باز جذب سدیم از لوله‌های انتهایی (distal) کلیه نقش دارد و بدین طریق نیاز سدیم بدن را تنظیم می‌کند.

- کاهش غلظت سدیم در پلاسما یا لوله های انتهایی کلیه ها باعث تحریک سلولهای نزدیک گلومرول و آزاد شدن رنین میشود.
- رنین یک آنزیم پروتئازی است که انژیوننسینوژن غیرفعال در خون را را به آنژیوتنسن 1 که آن هم ترکیب غیرفعال است تبدیل می کند (باند لوسین – لوسین را می شکند) .
- آنژیوتنسن 1 تحت تاثیر آنزیم Angiotensin converting enzym(ACE)
- به آنژیوتنسن 2 که ترکیبی فعال است تبدیل می شود.
- آنژیوتنسن 2 بر سلولهای غده آدرنال اثر گذاشته و دسترون ترشح می شود
- هنگامی که باز جذب و هموستازی سدیم در ذخایر بدن برقرار گردید یک کنترل فیزیکی تحریک ناشی از مکانیسم RAA را قطع می کند.

• بالانس سدیم در نشخوارکنندگان بوسیله از دست دادن آن از طریق بزاق.

- در گاو حدود 50 تا 150 لیتر بزاق در روز توسط غده پا روتید
- بیشتر سدیم آن توسط باز جذب مجدد آن از دستگاه گوارش

- تعادل کلر
- بدن حیوان دارای حدود 30 الی 50 meq کلر در هر کیلوگرم وزن بدون چربی
  - حدود 15 الی 20 meq آن باند شده به مولکولهای اورگانیک.
- کلر Anion اصلی در پلاسما و مایع بین سلولی
  - مقدار آن در داخل سلول نسبتاً کم است (10 الی 15 درصد کلر در داخل سلول قرار دارد).
- متابولسیم کلر بستگی به کنترل هورمونی یا عصبی ندارد ولی چون کلر با سدیم و پتاسیم در رابطه است بنابراین غیرمستقیم توسط هورمونهای آدرنال کنترل می شود.

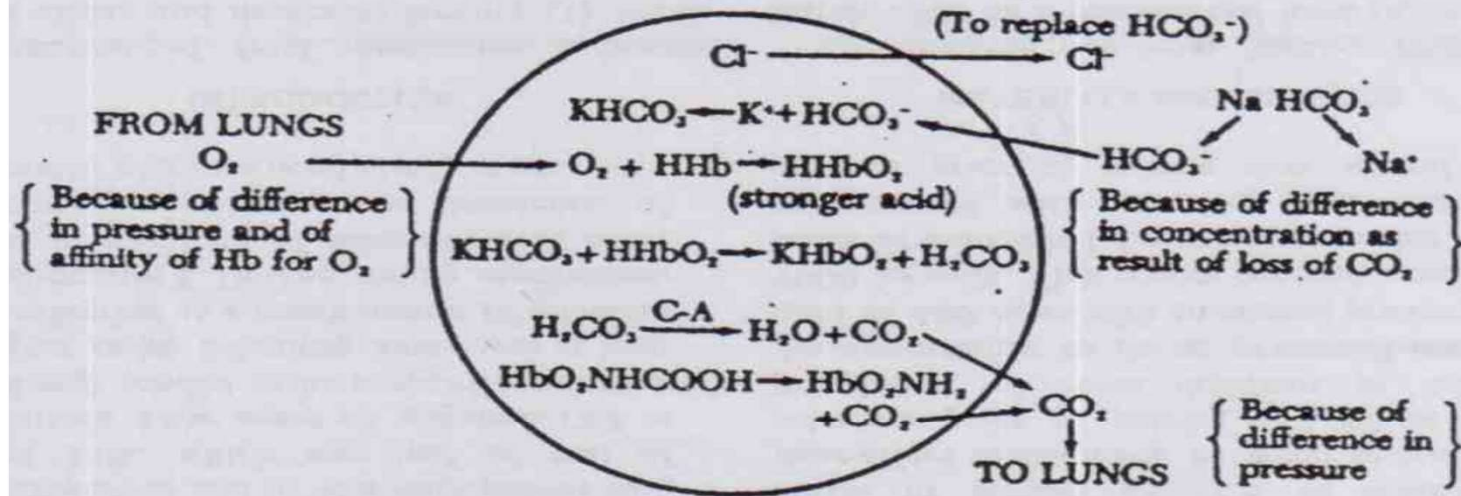
# فعالیت‌های فیزیولوژیکی

- سدیم، کلر و پتاسیم مسئول حفظ فشار اسمزی و تعادل اسید – باز بدن می باشند.
- سدیم بالغ بر 90% مجموع کاتیونها و کلر 2/3 (دوسوم) یونهای اسید خون را تشکیل می دهند.
- در تنفس و تنظیم pH خون کلر بوسیله روندی به نام جابجایی کلر در گلبولهای قرمز
- سدیم و کلر در کنترل عبور مواد غذایی از سلولها فعالیت میکند.

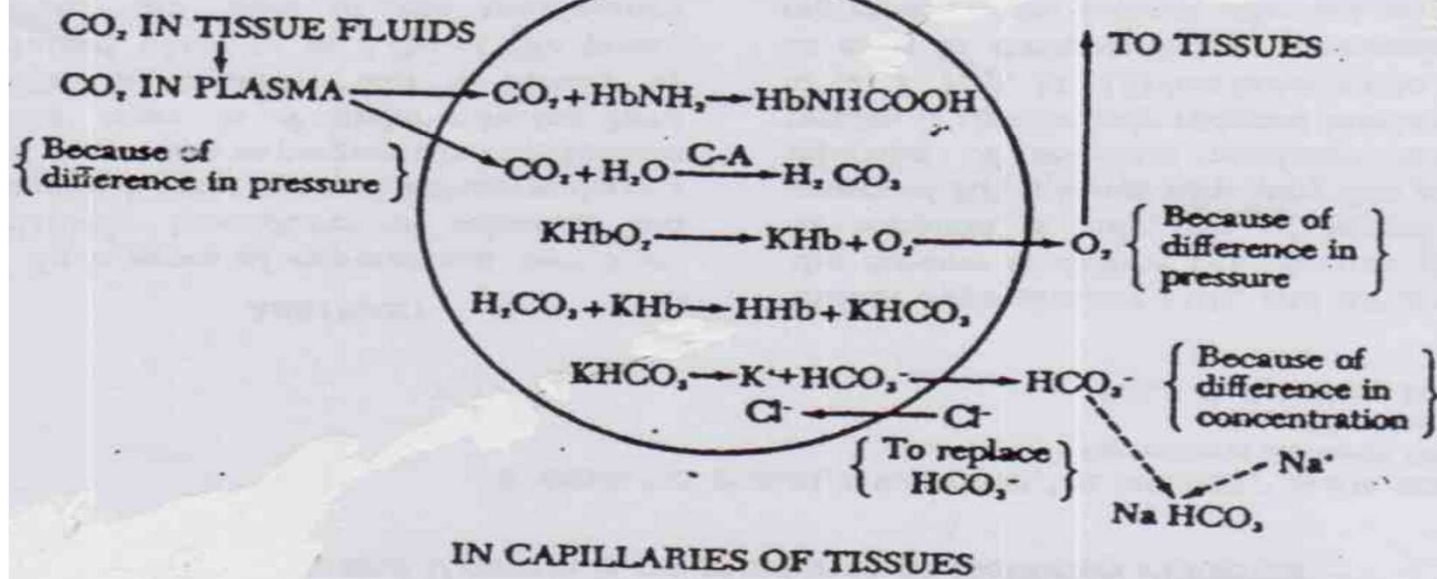
- نیاز یونهای سدیم در روده ها برای جذب قندها و آمینو اسیدها
- دخالت سدیم در جذب چندین ویتامین محلول در آب  
– ریوفلاوین، تیامین و اسید آسکوربیک (مک داوول 1989)
- مهم در کار بعضی از آنزیمها
- کار قلب ، ماهیچه ها و اعصاب شدیداً وابسته به نسبتهای سدیم و پتاسیم در بافتها می باشد.
- کلر آنیون اصلی در مایع خارج سلولی بوده که در ترشحات معده و هضم پروتئین نقش اساسی دارد.
- کلر همچنین در صفرا، شیره لوزالمعده، ترشحات روده ای دارای غلظت بالا بوده
- فعال ساختن آنزیم آمیلاز روده ای ضروری می باشد (آمرمن و کودریج 1983)
- DcAb برای گاوهای خشک کمتر از 75- و گاوهای شیرده بیش از +250 میلی اکی ولانت به ازاء هر کیلوگرم



IN CAPILLARIES OF LUNGS



ERYTHROCYTE



IN CAPILLARIES OF TISSUES

# مقدار نیاز

- نیاز سدیم برای رشد موشها، جوجه‌ها، خوکها و گوساله‌ها تقریباً در بین 1. الی 2. درصد
- در جوجه‌های گوشتی در حال رشد سریع 12.12%، در پرندگان بالغ غیرتخمگذار بین 05. الی 06. درصد (شاو و فیلیبس 1953).
- نیاز سدیم برای نشخوارکنندگان بین 04. الی 25. درصد
- میزان کلر برای گاوهای شیرده بین 10. الی 2. درصد برآورده شده و نباید بیشتر از 27.27% باشد (نتمن و همکاران با 1984).
- گاوهای شیرده نیاز زیادی برای سدیم (65. درصد ماده خشک جیره) و پتاسیم (1.5 درصد ماده خشک جیره) برای حداکثر تولید شیر دارند.
- در خلال استرس حرارتی نیاز به پتاسیم بالا می رود و به 1.9 درصد ماده خشک می رسد.
- آندروود (1981) پیشنهاد کرد که مصرف کلر در گاوهای شیرده 15.15% بیش تر از مصرف سدیم باشد.

- شیر گاو حاوی 630ppm سدیم و 1150ppm کلر می باشد  
– کانه وکابوک (1987).
- در آزمایش بر روی جوجه مشخص شده که pH خون و یون بیکربنات خون بدون توجه به مقدار کل دو یون Na و Cl به نسبت این دو یون در جیره بستگی دارد.  
– با ثابت نگهداشتن کلر جیره، مصرف  $\text{NaHCO}_3$ ،  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ،  $\text{CH}_3\text{COONa}$  و  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  باعث ابتلای آنها به الکالوز شد  
– با ثابت نگهداشتن سدیم جیره، مصرف KCl،  $\text{FeCl}_3$  و  $\text{CaCl}_2$  و مکمل کولین کلراید باعث ابتلای جو به اسیدوز شده است.  
– بطور کلی زیادی کلر به موازات ثابت بودن Na و K باعث ابتلای حیوان به اسیدوز خواهد شد.

# عمل کلر

- نقش داشتن در بالانس اسید – بیس بدن
- نقش داشتن در فشار اسمزی
  - مهمترین آنیون در پلاسما و مایع بین سلولی،
  - کلر و سدیم علاوه بر پتاسیم در نگهداری فشار اسمزی و تعادل اسید – باز بدن نقش دارند.
  - سدیم بیش از 90% کل کاتیونهای خون را تشکیل می دهد.

- نقش داشتن در تعویض گازها در تنفس (chloride shift)
- یکی از مهمترین راههای دفع  $\text{CO}_2$  حاصل از متابولیسم بافتها،
- باعث حمل و نقل حدود 70% گاز کربنیک، تبدیل آن به یون بی‌کربنات (از طریق اسیدکربنیک) است.
- از طرف دیگر چون غلظت یون بی‌کربنات موجود در گلبولهای قرمز بدین وسیله به شدت افزایش می‌یابد، لذا یون بی‌کربنات به داخل پلاسما انتشار می‌یابد.
- این حالت خنثی بودن الکتروشیمیایی بوسیله ورود یونهای کلر به داخل گلبولهای قرمز حفظ می‌شود.
- نقش کلر در تنظیم pH خون بوسیله تبادل کلر بین پلاسما و گلبولهای قرمز از طریق پروسه (chloride shift).

- کمک به هضم غذایی.

– شبیه به انتقال کلرور در گلبولهای قرمز اتفاق.

ترشح پروتون به داخل معده به صورت فعال بوده و یون بیکربنات نیز به صورت مبادله با یون کلرور به داخل پلاسما وارد می‌شود.

- کلر برای فعالیت آمیلاز روده ای ضروری می باشد.

– در غلظت های نسبتاً زیاد در صفرا، شیره گوارشی و ترشحات روده ای وجود دارد.

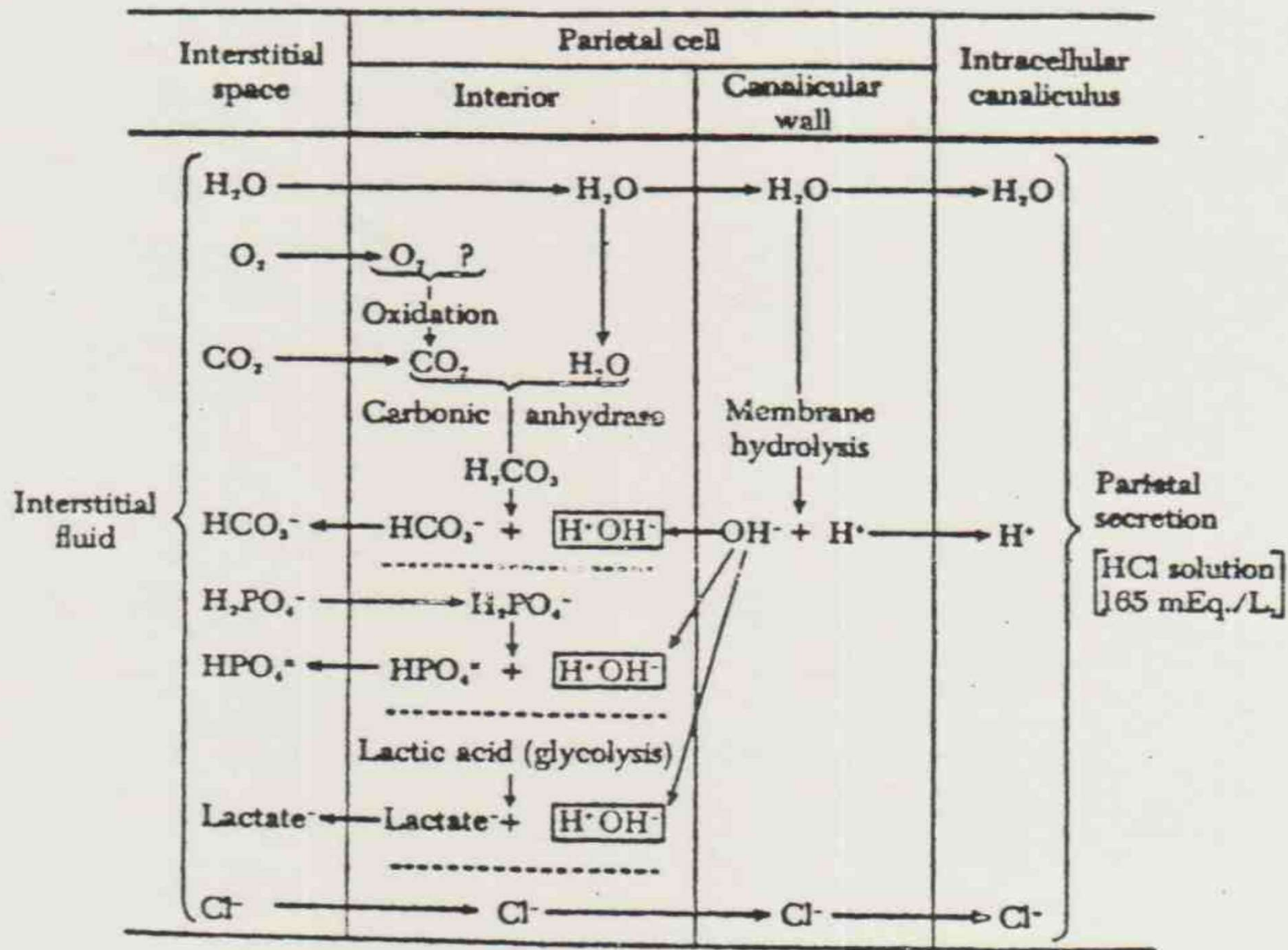
- کلر در آنزیمی که آنزینوتنسن غیر فعال را به آنزینوتنسن II

فعال تبدیل می‌کند دخیل می‌باشد (Cl.Activcted Anzgm).

- همچنین گفته شده که کلر برای غیر فعال کردن آنزینوتنسن II

نیز مورد نیاز می‌باشد.

FIGURE 3. Parietal Secretion of HCl.



# فاکتورهای که احتیاجات نمک را تحت تاثیر قرار

## می دهند.

### • میزان پتاسیم در جیره

- علوفه‌ها می‌تواند دارای پتاسیم زیاد باشند.
- چراگاه‌ها دارای مقدار بسیار بیشتری پتاسیم در مقایسه با سدیم هستند – برخی چراگاهها 18 برابر بیشتر پتاسیم در مقایسه با سدیم دارند (فروست و همکاران 1982).
- مصرف اختیاری بیشتر نمک برای علوفه‌های سبز در مقایسه با علوفه بالغ.
- گاوهای تغذیه شده با سیلاژ نسبت به آنهایی که از علوفه خشک تغذیه شده اند نمک بیشتری مصرف می‌نمایند.
- گاوهای دارای تغذیه مرتعی نسبت به آنهایی که از مواد غذایی خشک تغذیه می‌شوند بیش از دو برابر نمک مصرف می‌کند.

### تفاوت ژنتیکی

- مقدار سدیم شیر بر خلاف تاثیرات مقدار آن در غذا به طور ژنتیکی کنترل می‌گردد (کمپ، 1964)
- اسهال – استفراغ، بیماریهای کلیه و غده آدرنال
- تولید شیر، افزایش میزان رشد، تولید مثل و تولید تخم مرغ نیاز را افزایش می‌دهد.



# منابع

- گیاهان و فراورده های آنها در مقایسه با فراورده های حیوانی حاوی مقادیر کمتر سدیم می باشند.
- دانه و کنسانتره های پروتئینی گیاهی از نظر سدیم بسیار فقیر بوده (محتوی 06. الی 1. درصد).
- مواد غذایی با منشاء حیوانی معمولاً دارای غلظت نسبتاً زیاد سدیم (1. تا 8. درصد).
- سدیم علوفه در محدوده 007. تا 12. %

- منابع دارای سدیم زیاد
  - نمک بیابانی یا اسفناجیان 6.34%، پودر علف دریایی 2.93% کنجاله آفتابگردان 2.09%
- در ارتباط با میزان کلر مواد غذایی داده های اندکی در دست است.
- حذف نمک از اغلب جیره ها قبل از کلر منجر به نارسایی سدیم می شود
- معمولاً با بلوغ گیاهان مقدار سدیم و کلر آن کاهش می یابد (آندرود 1981)
  - پتاسیم گیاه در مقایسه با سدیم با سرعت بیشتر کاسته میشود (مک اول 1985)
- احتمال وقوع کمبود سدیم در گاوهایی که در مناطق حاره چرا می کند خیلی زیاد است
  - این گیاهان عموماً به نسبت به گونه های مناطق معتدل تمایل کمتری برای تجمع سدیم دارند (سودیس، 1980)

# کمبود

- 1- کلر
- یک اثر مخصوص کمبود کلر برای اولین بار توسط
- Ornt Keiles (1973) در مطالعه روی موش صحرایی مشاهده شد. آنها مشاهده کردند که به غیر از رشد کم موشها آنها دارای مقاومت کم در برابر tetany بودند.
- یک بیماری با مسمومیت شایع در کودکانی که مقدار کلر خوراک آنان کم است.
- کمبود در موش صحرایی، طیور، گاو عبارتند از
  - کم شدن اشتها،
  - کم شدن اضافه وزن و تولید مثل
  - کم شدن کلر خون
  - کم شدن کلر ادرار

– در گاوها، کمبود کلر باعث کم اشتهایی، بیحالی، لاغری، بیوست، کاهش فعالیت کاردیو وسکولار و بالارفتن غلظت شیر می شود.

– در مرغها عصبی شدن آنها به خاطر tetany توسط صدای بلند و گرفتن آنها، ولی بعد از 1 الی 2 دقیقه جوجه ها به حالت عادی باز می گردند.

– علائم کمبود می تواند با اضافه کردن Na شدت یابد، حتی در موقع وجود کلر کافی، سدیم زیاد می تواند باعث Alkalosis می شود.

– همچنین به طور کلی کمبود نمک در مرغها از علل ابتلای آنها به عارضه پر خواری Feather Picking و یا عارضه همدیگر خواری (cannibalism) ذکر شده است.

– آسیب رسیدن به کلیه، استخوانی شدن کلیه ها، آسیب رسیدن به سلولها

ایجاد کمبود کلر (آزمایش) در گاوهای شیرده مستقل از سدیم باعث کاهش تولید شیر، وزن و اشتها، بی حالی، پیوست، کمکاری سیستم قلبی عروقی، غلیظ شدن شیر (فتمن و همکاران 1984؛ کویاک، 1986)، کاهش کلر در ادرار – لیس زدن ادرار دیگر گاوها و مواد موجود در بستر و جویدن چوب و لوله های فلزی اطراف.

کمبود کلر در گوساله ها باعث کاهش وزن با بی حالی، عطش ملایم اختلالات چشمی (عفونت سفیدی چشم، گودافتادگی و فلسی شدن اطراف چشمها) و کاهش سرعت تنفس

جدول ۱- احتیاجات سدیم کلر در برخی حیوانات اهلی

گونه	سدیم (%)	کلر (%)
گاو شیری <sup>(۱)</sup>	۰/۱۸	۰/۲۵
گاو خشک	۰/۱	۰/۲
گوساله در حال رشد	۰/۱	۰/۲
گاو نر بالغ	۰/۱	۰/۲
جوجه‌های گوشتی <sup>(۲)</sup>		
۳-۵ هفته	۰/۲	۰/۲
۳-۶ هفته	۰/۱۵	۰/۱۵
۶-۸ هفته	۰/۱۲	۰/۱۲
جوجه‌های نابالغ لگهورن <sup>(۲)</sup>		
الف) تخم مرغ قهوه‌ایی		
۵-۶ هفته	۰/۱۵	۰/۱۲
۶-۱۸ هفته	۰/۱۵	۰/۱۱
۱۸ تا اوایل تولید	۰/۱۵	۰/۱۱
ب) تخم مرغ سفیده		
۵-۶ هفته	۰/۱۵	۰/۱۵
۶-۱۸ هفته	۰/۱۵	۰/۱۲
۱۸ تا اوایل تولید	۰/۱۵	۰/۱۵
مرغ بالغ تخمگذار لگهورن <sup>(۲)</sup>		
(میلی‌گرم در روز)		
الف) تخم مرغ قهوه‌ایی	۱۶۵	۱۴۵
ب) تخم مرغ سفید	۱۵۰	۱۳۰
مرغان مادر <sup>(۲)</sup>		
الف) تخمگذار	۱۵۰	۱۳۰
ب) گوشتی	۱۵۰	۱۸۵

# کمبود NA

- کم شد سدیم و اضافه شدن پتاسیم در بزاق

- اضافه شدن hemotocrit

- زیاد شدن دفع رنین

- اضافه شدن وزن غده آدرینال

- کم شدن وضع کلیه ها

- کمبود نمک
- نرم شدن استخوانها – کراتینه شدن قرنیه، غیرفعال شدن غدد تناسلی، هیپرتروفی آدرنال
- تغییر در عملکرد سلولی، کاهش کاربرد غذا، غلیظ شدن خون تاخیر در رشد، افزایش مصرف آب و اختلال در سوخت و ساز پروتئین
- طولانی شدن استرس حرارتی سبب کاهش غلظت دسترون خون می-شود که این سبب از دست دادن سدیم در ادرار می‌شود.
- در گاوهای هلشتاین غلظت دسترون بیش از 40 درصد در خلال استرس حرارتی کاهش می‌یابد.
- حیوانات برحسب میزان دفع سدیم به شکل عرق به ترتیب ذیل قرار دارند.
- خوک > گوسفند > بز > بوفالو > گاو > الاغ > قاطر > اسب



- کمبود در نشخوارکنندگان
- پیکا – میل شدید به نمک، لیس زدن حریصانه چوب، خاک و عرق دیگر حیوانات
- علائم پیش رفته تر کمبود سدیم، لرزش بدن، عدم تعادل، ضعف و نامنطقی ضربانهای قلب و مرگ