

هموستاز:

هموستاز اساس فیزیولوژی انسان است.

هموستاز به مجموعه فرا پندها یا فعل و انفعالاتی که در بدن رخ می‌دهد گفته می‌شود که سرانجام آن یک حالت پایدار فیزیولوژیکی است که در این حالت پایدار اصل بر عالی‌ترین هماهنگی عملکردی بین عملکردهای گوناگون بدن انسان یا عملکردهای گوناگون دستگاههای اندامی بدن انسان است.

نکته بسیار مهم: هموستاز وضعیتی است ناپایدار .

هموستاز شرایطی است ناپایدار بدین معنی که هموستاز فیزیولوژیک دست کم تحت تأثیر دو دسته عامل است:

۱- عوامل بیرونی external factors

۲- عوامل درونی internal factors

**نکته مهم :** عوامل بیرونی و درونی در تعامل با یکدیگرند.

مثال: هوای بیرون سرد می‌شود (external) گرما در بدن تولید می‌شود (internal) برعکس گرما در بدن تولید می‌شود (internal) دما به بیرون فرستاده می‌شود یا به عبارت دیگر پذیرش گرمای درون بدن (external) .

نتیجه: هموستاز نتیجه‌ی داد و ستدهای درونی و بیرونی است.

**نتیجه مهم‌تر :** تا زمانی که این داد و ستد بین بیرون و درون منطقی باشد بدن هموستاز طبیعی دارد و زمانی که این داد و ستد از حد منطقی و طبیعی فراتر رفت هموستاز طوری بهم می‌ریزد که:

۱- زمان بازیافتش طولانی می‌شود این یعنی بیماری خفیف

۲- زمانی بازیافتش خیلی طولانی می‌شود

۳- ممکن است زمان بازیافتش هم طولانی شود هم به مداخله جدید نیاز داشته باشد مثل فارمالوژیکال فاکتور (عامل دارویی)

### جمع بندی کلی از بحث ها :

۱- عوامل برهم زننده هموستاز: بر اثر هر نوع استرسی که به بدن وارد می‌شود هموستاز بهم می‌خورد یعنی تعادل پایدار عملکردی بین بخشهای مختلف بدن بهم می‌ریزد.

مثال سرما ، گرما ، هوای آلوده و ... در همه اینها ، بدن بر اثر مواجه شدن با آنها هموستازش بهم می‌ریزد.

۲- عوامل مقابله کننده بدن : عواملی که به بدن این توانایی را می‌دهند سریع هموستاز را بازیافت کند.

بین این دو عامل همیشه رقابت وجود دارد.

همه‌ی عوامل برهم زننده در یک کلمه خلاصه می‌شوند <<تحریکات>>. آن چیزی که می‌آید هموستاز را بهم می‌زند تحریکات است .

بطور کلی فیزیولوژی بدن انسان طوری طراحی شده که می‌تواند همه عوامل برهم زننده را پاسخ دهد

مثال ما گرسنه می‌شویم (عامل برهم زننده) گلوکز خیلی پایین می‌افتد ، عوامل هورمونی خیلی فعال می‌شود.

بیماری از نظر فیزیولوژیک : عبارتست از عدم بازیافت هموستاز ، هرگاه عوامل مقابله کننده نتوانند عوامل برهم زننده را دفع کنند بیماری غلبه پیدا می‌کند.

فیزیولوژی دانشی است صرفاً مبتنی بر آناتومی به بیان دیگر بدن بطور کلی یک استراکچری دارد ، این استراکچر در یک دانش خاص به نام آناتومی مطالعه می‌شود.

بدن یک فانکشنالی دارد ، آنچه فانکشنال را بررسی می‌کند فیزیولوژی است .

نکته مهم : بین این دو interaction (تعامل) وجود دارد و تمایز امکان پذیر نیست.

چرا ساختار در آناتومی و عملکردها در فیزیولوژی بررسی می شود؟

صرفاً برای شناخت بیشتر، آنها را از هم جدا کرده تا شناختمان را در هر حوزه زیاد کنیم این به منزله این است که شناختمان را در حوزه دیگر هم زیاد کرده ایم پس آناتومی و فیزیولوژی هردو زیر مجموعه بایولوژی هستند که هم در آن استراکچر و هم فانکشن بحث می‌شود.

نکته: به عنوان یک عامل تکاملی در کل جهان از جمله داخل بدن انسان بین استراکچر و فانکشن ارتباط منحصر بفردی برقرار است که هیچ کجا نمی‌شود از یک استراکچر خاص یک فانکشنال عمومی انتظار داشت به عبارت ساده تر بین استراکچر و فانکشن جنبه اختصاصی وجود دارد.

مثال ساده : در خون بدن انسان ( red blood cell) RBC وجود دارد و در همان خون (white blood cell) WBC

وجود دارد که امکان ندارد هیچ کدام کار دیگری را انجام دهد . پس RBC ها به لحاظ استراکچر تخصص عمل یافته تا در اصل هموگلوبین حمل کنند (فانکشن اختصاصی) به هیچ عنوان ،دیگر سلولهای خونی این کار را انجام نمی دهند.

WBC ها منحصر بفردند چون در یک عبارت ساده دفاع بدن را برعهده دارند.

نقش مایعات بدن

مهم ترین مایعات بدن خون است . در هموستاز یک چیز مهم است محیط داخلی بدن و در نگاه کلی محیط داخلی بدن یعنی آنچه که بدن را ساخته ولی از نقطه نظر هموستازی محیط داخلی بدن یعنی مایعات بدن ،چون مایعات بدن محل اصلی داد و ستد مواد بین دستگاههای اندامی گوناگونند .

**نکته مهم :** پس مایعات بدن به منزله ابزاری در اختیار بدن است تا بتواند به واسطه آن داد و ستد بین اجزای بدن را برقرار کند و مهم ترین جزء این مجموعه خون است .

اولین گام برای یک ارزیابی بالینی (Medical evaluation) ارزیابی خونی است.

کنترل هموستازی به دو بخش تقسیم می شود :

۱- کنترل هموستازی عمومی      ۲- کنترل هموستازی موضعی

هنگام فعالیت ورزشی نیاز است برخی رگهایمان تنگ شود مثل رگهای خونی احشا همچنین نیاز به گشاد شدن برخی رگها داریم مثل رگهای موجود در عضله اسکلتی.

ما یک دستگاه کنترل هموستازی عمومی داریم که ابزار آن خون است.

ما می خواهیم دستگاه کنترل هموستاز هنگام فعالیت ورزشی رگهای موجود در عضلات اسکلتی را گشاد کند:

عمومی: پیامهای صادره از دستگاه سمپاتیکی

موضعی: می توانیم برادی کلین ترشح کنیم . در موضع فشار اکسیژن می تواند روی رگ گشایی مؤثر باشد.

**نتیجه گیری مهم :** بطور کلی دستگاه غالب در کنترل هموستاز، مرکزی است (CNS) اما در برخی موارد موضعی ها خیلی خیلی مهم ترمی شوند مثلاً در تنظیم فشار خون .

بطور کلی دستگاه کنترل هموستاز ریشه در ۳ ابزار دارد :

۱- درونداد ( دریافت تحریک ) input ۲- مرکز پردازش اطلاعات ( integrating center ) ۳- برونداد ( output )

مرکز پردازش اطلاعات است که output را بوجود می آورد . هر گاه در دستگاه کنترل هموستاز عمومی integrating center را حذف کنیم عمل غیر ارادی ( involuntary ) می شود .

مرکز پردازش در انسانها جایی جز CNS نیست.

تمام غیر ارادی ها در PNS بررسی می شود .

ما در PNS پردازش اطلاعات نداریم .

فید بک : در واقع اطلاعات ناشی از رخداد عمل است که به جرح و تعدیل بهتر عمل کمک می کند .

**نکته مهم:** عمل رخ می دهد اطلاعاتی بوجود می آید که این اطلاعات عمل را تصحیح می کند.

فیدفوروارد: در حقیقت اطلاعاتی است قبل از رخداد عمل که به تصحیح عمل یا بهتر شدن عمل یا به افزایش secretion (ترشح) کمک می کند .

## جلسه دوم

دوشنبه: ۹۲/۷/۸

ساعت : ۱۰ تا ۱۲

فیدبک نشانه ای از موجود زنده به اصلاح رفتار است.

Integrating center (یا command center) در هر bio (موجود زنده) CNS است.

در بدن انسان bio می شود بدن انسان.

انواع پاسخهای integrating center به تحریکات

(حذف کردن) Elimination و (مقابله) contract

مثال هوای بیرون خیلی داغ است (تحریک از نوع اکسترنال) باید integrating center آن را در هیپوتالاموس بررسی کند (مرکز بررسی دما در CNS هیپوتالاموس است) پاسخی باید داده شود ، پاسخها یا پاسخهایی هستند که elimination می کنند و اگر نتوانند contract می کنند. اگر کولر را روشن کردیم یا کت را درآوردیم یعنی نتوانیم منشأ گرما را از بین ببریم پس با آن contract کردیم . اما زمانی منشأ گرما اکسترنال است اما علت آن روشن بودن بخاری است در اینجا بخاری را خاموش می کنیم یعنی eliminate کردیم.

نکته : eliminate یعنی حذف کردن یعنی منشأ را از بین بردن contract یعنی مقابله کردن با عامل بدون حذف آن.

نور محیط (نور خورشید) را نمی توان eliminate کرد پس می آییم جایی که سایه باشد پس آن را contract می کنیم.

(( هوا وقتی گرم است گرما را گیرنده های محیطی گرفته به CNS (integrating center) فرستاده CNS در نقطه ای بنام هیپوتالاموس بررسی می کند . چرا؟ چون این گرما را وقتی از پوست گرفت آن را به خون داده و خون آن را به CNS داده و در حین عبور از هیپوتالاموس ، هیپوتالاموس گرما را لمس کرده و بعد یک پیام می دهد، پیام آن منجر به output شده که به دو شکل است یا eliminate میکنیم یا contract پس معمولاً ما اگر نتوانیم منشأ تولید گرما را از بین ببریم contract می کنیم . (لباسها را در می آوریم ، کولر روشن می کنیم ، پنجره را باز می کنیم و ... )) .

پس یادمان باشد دستگاه کنترل هموستازی عمومی نیاز به ابزاری دارد که ابزار آن فیدبک است ، فیدبک خود توصیفی دارد که توصیفش این است که یک قوس بازخوردی دارد که این قوس سه عنصر در آن درگیرند:

## Input - integrating center - output

مثال ورزشی: شروع به فعالیت ورزشی می کنیم (input استرس فعالیت ورزشی) (گام اول) استرس فعالیت ورزشی منجر به فعال شدن عضلات می شود (گام دوم پدیده مکانیستی) عضله هرگاه فعال باشد فعل و انفعالات متابولیکی در آن رخ می دهد (گام سوم) فعل و انفعالات شیمیایی همیشه پیامد دارد تولید گرما در عضله (گام چهارم) گرما باید عضله را ترک کند با کمک ابزار خون به سطح پوست (گام پنجم) عملیات sweating (عرق ریزی) انجام شده (گام ششم)

Evaporation (تبخیر دانه های عرق) رخ می دهد (گام هفتم) . پس contract کرده ایم.

به این دو نکته خوب توجه کنید:

۱- یک سلسله عملیات عملیات مکانیستی بود.

۲- گرمای تولیدی در بدن را امکان ندارد eliminate کرد پس باید فعالیت ورزشی ادامه پیدا کند و باید دائماً گرما از عمق به سطح بیاید پس ابزاری می‌خواهیم برای دفع، ابزار sweating و evaporate در نتیجه عرق زیاد می‌کنیم. Contract می‌کنیم، نمی‌توانیم استرس فعالیت ورزشی را حذف کنیم استرس فعالیت تا پایان تمرین برقرار است اگر بخواهیم eliminate کنیم باید فعالیت ورزشی را قطع کنیم اما لازم است که فعالیت را انجام دهیم.

نتیجه گیری:

دستگاه کنترل هموستازی عمومی از دو راه eliminate و contract توانایی مقابله با عوامل برهم زننده هموستاز را برای bio فراهم می‌آورد.

خیلی وقتها ما نمی‌توانیم eliminate کنیم چون خارج از اراده ما است پس contract کرده تا بتوانیم به حیاطمان ادامه دهیم.

برای حفظ هموستاز ۲ دستگاه داریم، اصل غالب دستگاه عمومی است که ابزار آن فیدبک است که خود فیدبک یک قوس دارد که ۳ جزء دارد و output آن را باید eliminate کرد یا contract.

بدن انسان یک whole (کل) است. اما بدن انسان از میلیاردها قطعه تشکیل شده است، این قطعات در قالب whole به integration (در اینجا یعنی پیوستگی) نیاز دارند، پس این قطعات که whole را تشکیل می‌دهند به یک پیوستگی نیاز دارند و این پیوستگی را ابزارهای زیادی تأمین می‌کنند که یکی از مهم‌ترین آنها موادی هستند که به آنها chemical messenger (پیکهای شیمیایی) گفته می‌شود.

**پیکهای شیمیایی** عبارتند از مولکولهای ریز و درشتی که روابطی ارگانیکی بین عناصر تشکیل دهنده یک whole بنام body را برقرار می‌کنند.

مثال: در صفحه محرکه انتهایی پیامهای عصبی تا پایانه ی عصبی به شکل impulse می‌آیند اما فقط و فقط تا ترمینالها می‌آیند در پایانه ی عصبی این پیکهای شیمیایی هستند که ایمپالس را از عصب به سارکولما منتقل می‌کنند. مهم‌ترین این پیکها استیل کولین می‌باشد.

استیل کولین پیامی با خود دارد اما این پیام را جایی می‌تواند دریافت کند که گیرنده ی آن را داشته باشد در عضلات اسکلتی این گیرنده ها به این شکل معرفی می‌شوند NACHRS (نیکوتینیک استیل کولین رسپتورز).

بنابر این NACHRS مخفف گیرنده های استیل کولینی نیکوتینی است.

در خون بدن ما هم پیکهای شیمیایی زیادند اما جایی می‌توانند اثر بگذارند که رسپتور داشته باشند.

گیرنده های NACHRS خود دارای پنج subunit است که عبارتند از: آلفا – بتا – زیگما – تتا – گاما

دو دیدگاه متفاوت:

دیدگاه اول می‌گوید هر بار که یک ایمپالس به صفحه محرکه برسد ۲ استیل کولین با ۲ گیرنده ی آلفا باین می‌شود دیدگاه دوم می‌گوید هر بار که یک ایمپالس می‌آید ۲ استیل کولین با یک گیرنده ی آلفا و یک گیرنده ی بتا باین می‌شود توجه: ((دیدگاه اول قویتر است)).

بر اساس دیدگاه دوم موج دیولاریزاسیون از عصب به سارکولما منتقل می‌شود.

در رابطه با استیل کولین گیرنده های دیگری داریم بنام MACHRS که گیرنده های استیل کولینی موسکاربینی نام دارند که رد پای آن را در قلب و عضلات صاف پیدا می‌کنیم.

هر input باید منجر به یک پاسخ شود، دو نوع پاسخ داریم:

۱- پاسخ به معنای response ۲- پاسخ به معنای adaptation

Response: عبارت است از یک واکنش آنی و کوتاه مدت به یک محرک واحد مثل روشن شدن لامپ، تنگ شدن مردمک - فرمان مربی برای شوت زدن، ضربه زدن به توپ.

Adaptation: به معنای سازگاری است، زمانی که بر اثر تعداد زیاد محرک پشت سر هم، اندامی پاسخهای پشت سر همی داد که در دراز مدت در پاسخ به یک تحریک واکنش مناسب تری دهد، کم هزینه تر با فعل و انفعالات متابولیکی کمتر.

مثال: همین الان یک ساعت ورزش می‌کنیم بدن تعداد دانه های مشخصی عرق تولید می‌کند ۱ سال تمرین می‌کنیم دوباره همان یک ساعت فعالیت را تکرار می‌کنیم این بار بدن دانه های عرق به مراتب کمتری تولید می‌کند.

سازگاریها یک پیامد فیزیولوژیک ماندگار هستند در حالیکه پاسخ ها یک پیامد فیزیولوژیک آنی هستند.

لازمه‌ی adaptation برقراری محرک یا تداوم حضور محرک است.

مثال ساده تر: ضربان قلب پایه ۷۰ بعد از یک سال فعالیت به ۵۰ می‌رسد.

Adaptation به دو بخش تقسیم می‌شود: ۱- acclimatization ۲- acclimation

Acclimatization: عبارت است از نوعی سازگاری که بر اثر قرار گرفتن bio در معرض محرکهای طبیعی در بدن بوجود می‌آید. مثال قرار گرفتن در ارتفاع ۵۰۰۰ متری

نکته مهم: این نوع سازگاری سازگاری با عوامل تقریباً غیر قابل کنترل است

در ارتفاع ۵۰۰۰ متری کاهش  $po_2$  - hyperventilation (پرتهوویه ای) - vein child (سوز باد) - تغییرات غیر قابل پیش بینی هوا و dehydration را داریم.

Acclimation سازگاری با عوامل مصنوعی است مثل اتاق چمبر که عوامل را در شرایط ثابت اتاق دستکاری و کنترل می‌کنیم و از بسیاری از متغیرهای غیر قابل پیش بینی محیط خبری نیست. این نوع سازگاری تا حد کمی کاربرد دارد.

ریتمهای بیولوژیک:

ریتمهای بیولوژیک یک نواخت زیستی ذاتی است که می‌شود set point (نقطه تنظیم) آنها را تغییر داد اما با ماهیت آن نمی‌شود مقابله کرد.

مثال: در اوایل خواب (خواب رمل) بیشترین ترشح GH را داریم اما نکته مهم این است که این حدود حول و حوش ۱۲ تا ۱ نیمه شب است، می‌توان آن را به ۱۱ تا ۱۲ یا ۱ تا ۲ نیمه شب تغییر داد اما نمی‌توان آن را به ۱۲ ظهر تغییر داد زیرا اگر آن را به ۱۲ ظهر بردیم یعنی فرد را به یک آدم دیگر تبدیل کردیم.

شبکه ای در CNS داریم که درک روشنایی و تاریکی را در ما امکان پذیر می‌سازد بنابراین با رفتن به سمت روز، روز را روز و با رفتن به سوی شب، شب را شب لمس می‌کنیم. مفهوم این است که در روز امواج تحریکی به ما هجوم می‌آورند و در شب امواج مهارکنندگی حال اگر کسی را برای مدت ۱ سال در غار ببریم که روز و شب را نبیند Bio همچنان روز را روز و شب را شب تشخیص می‌دهد (تا ۹۹ درصد). اما با تغییر محیط می‌توانیم همه اینها را دگرگون کنیم به شرط اینکه شرایط جدید توسط بدن توجیه شود. مثل کسانی که مهاجرت می‌کنند پس از سالها زندگی به شرایط جدید عادت می‌کنند.

دو نوع مرگ سلولی داریم: apoptos (مرگ برنامه ریزی شده) و cell death

Apoptos در واقع مرگی است که ماکرو و الکوهای DNA و RNA در آن درگیر می‌شوند مانند گلبولهای قرمز که می‌ایند کارشان را انجام داده سپس از بین می‌روند (برنامه ریزی شده) اما در cell death در واقع ما یک مرگ مکانیکی سلول را داریم، آسیبی مکانیکی به سلول وارد شده میتوکندری سلول می‌میرد و بعدبقیه سلول تحلیل می‌رود (degenerate می‌شود).

تعادل در هموستازی مواد شیمیایی :

اصل و اساس هموستاز در بی تعادلی است یعنی باید دائما تعادل آن بهم بخورد و دوباره آن را به حالت تعادل برگردانیم.

تعادل در هموستاز یعنی چه ؟ یعنی اینکه bio به سیستمی مجهز است که می تواند بی تعادلیهای جدید در دستگاه هموستاز را به تعادل برساند .

مثال over secretion و under secretion که اولی ترشح بیش از حد انسولین و دومی ترشح کمتر از حد آن است که هر دو خطرناکند و هموستاز در جایی با مهار و در جای دیگر با تحریک تعادل را برقرار می سازد. سطوح سازمان سلولی:

۱- اولین سطح سلول تخمی که می تواند بارور شود . منظور از بارور شدن این است که می تواند تقسیم شود و منظور از تقسیم ، تقسیم میتوزی است و تقسیم میتوزی یعنی اینکه یک سلول  $2n$  کروموزومی عینا تبدیل به دو سلول  $2n$  کروموزومی شود.

۲- سطح دوم تقسیم و رشد : تقسیم تبدیل سلول  $2n$  کروموزومی به دو سلول  $2n$  کروموزومی و رشد عبارتست از دستیابی یک سلول به حداکثر ظرفیتش.

۳- سطح سوم متمایز شدن سلولها cell differentiation

((هر سلول دو نوع ساختار دارد یکی ساختار عمومی که در همه سلولها مشترک است و دیگری ساختارهای اختصاصی))

این cell differentiation در ساختارهای اختصاصی معنا پیدا می کند مثل دندریت و اکسون که در سلولهای عصبی وجود دارند و در هیچ سلول دیگری وجود ندارند.

۴- سطح چهارم متخصص شدن سلولها

ریشه این تخصصی شدن در همان ساختارهای تخصصی است مثل سلولهای عصبی فقط می توانند موج عصبی را هدایت کنند و دیگر سلولها نمی توانند.

سلولها در ۴ بعد متخصصند :

۱- سلولهای اپی تلایال ۲- سلولهای بافت پیوندی یا همبند ۳- سلولهای عصبی ۴- سلولهای عضلانی

۵- سطح پنجم بافتها

همکاری گروهی از سلولهای تخصص عمل یافته در یک قالب معین.

نکته مهم : همه سلولهای تخصص عمل یافته از یک نوعند.

۶- سطح ششم واحد عملکردی

همکاری دست کم دو بافت به منظور مجهز شدن برای یک کار معین شناخته شده .

مثال : نفرونها از واحدهای عملکردی دستگاههای کلیوی هستند.

۷ - سطح هفتم اندام (organ)

مجموعه ای از اندامهای عملکردی تخصص عمل یافته ای هستند که برای انجام یک کار پیچیده که عملکرد صحیح bio را تضمین میکند انجام وظیفه می کنند . مثال: کلیه ها علاوه بر فیلتراسیون آب ، فیلتراسیون املاح ، فیلتراسیون سوبستراها را در حد اعلا انجام می دهند و در کل اسمولاریته را در بدن در حد عالی تأمین می کنند .

۸- سطح هشتم دستگاه اندامی (organ system) وقتی چند اندام کنار یکدیگر قرار می گیرند تا عملی انجام دهند.

مثال : دستگاه ادراری که شامل کلیه ها ، مجاری بین کلیوی و مثانه ای ، مثانه و مجاری دفع ادرار می باشد.

۹- سطح نهم یک موجود کامل (human being) است .

## یادآوری

Negative feedback در دستگاه کنترل هموستازی ابزار غالب است همیشه اندامی که دگرگونی عمل پیدا کرد این فیدبک آن را به حالت اول بر می گرداند.

Feed forward همیشه تشدید کننده عملیات موجود است که بعدا با فیدبک منفی کنترل می شود.

چرا در دستگاه کنترل هموستازی فیدبک منفی غالب است؟ زیرا هر اندام را اگر به حال خود رها کنیم متمایل به عملکرد و تداوم عملکرد است در حالیکه ما عملکرد آن را در ارتباط با تنظیم عملکردهای دیگر می خواهیم.

ساعت : ۱۰ تا ۱۲

دوشنبه: ۹۲/۷/۱۵

جلسه سوم

دستگاههای اندامی موجود در بدن انسان:

دستگاه گردش خون – تنفس – گوارش – ادراری – عضلانی استخوانی – ایمنی – عصبی – غدد درون ریز – تولید مثل – دستگاه پوششی یا دستگاه سطحی پوست ( integumentary )

دستگاه

دستگاه integumentary دستگاهی است که سراسر سطح بدن را فرا می گیرد و تنها دستگاهی است که تک اندامی است و آن هم پوست است.

کار پوست : ۱- از بدن در مقابل آسیب و آب زدایی دفاع می کند- ۲- از بدن در برابر foreign invaders (مهاجمان بیگانه) دفاع می کند. ۳- دمای بدن را تنظیم می کند.

یکی از مهم ترین کارهای دستگاه integumentary تنظیم دماست . پوست به شدت قدرت نفوذ انتخابی دارد در نتیجه در برون ریزی عرق (sweating) بسیار تخصصی عمل می کند و دوم در تبخیر عرق (evaporation) بسیار تخصصی عمل می کند و هر دو بدین معناست که پوست هم در انتقال عرق به بیرون و هم در تبخیر بسیار تخصصی عمل کرده بنابراین برای اینکه گرما را دفع کند یکی از ویژگیهای این است که باید مرطوب شود که این رطوبتش را عمدتا از عرقی که در سطوح مختلف بدن می تواند تولید شود می گیرد. از دیگر ویژگیهای پوست در تنظیم دما این است که ما هم می توانیم آب را جابجا کنیم و هم می توانیم عناصر سازنده آب را جابجا کنیم و پوست هر دو کار را می تواند انجام دهد و می تواند هم مولکول آب را بصورت  $H_2O$  و هم به شکل  $H-OH$  جابجا کند .

نتیجه : دستگاه integumentary یکی از دستگاههایی است که برای تنظیم دما بکار می رود که آن را دستگاه محیطی تنظیم دما می نامیم و ابزار آن sweating و evaporation می باشد.

**نکته مهمی** که باید بدانیم این است که عرق ریزی به تنهایی برای دفع گرما کفایت نمی کند و تبخیر آن نیز مهم است بنابراین در جایی که رطوبت خیلی بالا باشد ممکن است عرق ریزی زیاد باشد اما evaporation وجود ندارد پس evaporation در محیط هایی رخ می دهد که رطوبت دما حداکثر تا ۵۵ الی ۶۰ درصد باشد.

مهم ترین کاری که در evaporation انجام می شود این است که مولکولهای آب سطح پوست تبدیل به بخار شود حال اگر بخار هوا زیاد باشد این عملیات در سطح پوست رخ نمی دهد پس sweating یعنی عرق ریزی یا وجود دانه های آب یا همان عرق در سطح پوست و evaporation یعنی بخار شدن این دانه ها یا مولکولهای آب از سطح پوست.

کل آبی که در بدن انسان است (TBW یا total body water) در یک فرد ۷۰ کیلوگرمی معادل ۴۲ لیتر است که حدود ۶۰ درصد وزن بدن را تشکیل می دهد.

TBW به دو بخش تقسیم می شود: ۱- ICF (intra cellular fluid) آب ی که درون سلولها یافت می شود

۲- ECF (extra cellular fluid) آبی که در بیرون سلولهاست یا آب برون سلولی.

آب درون سلولی یا icf حدودا ۲۸ لیتر است و  $\frac{2}{3}$  از TBW را به خود اختصاص می دهد.

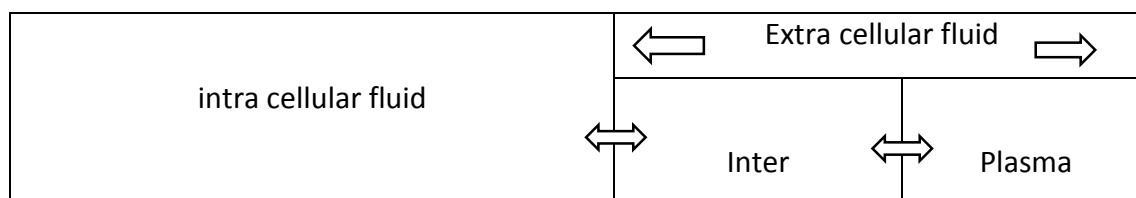
آب برون سلولی یا ecf که آنرا به internal environment یا محیط داخلی بدن نامگذاری کرده اند حدوداً ۱۴ لیتر است و  $\frac{1}{3}$  از TBW را به خود اختصاص می دهد.

نکته آموزشی: (( از این به بعد هر کجا کلمه intra را دیدید یعنی درون و extra یعنی بیرون و inter هر کجا آمد آمد معنی بین میدهد))  
Ecf خود به دو بخش تقسیم می شود:

۱- inter cellular fluid یا مایع میان بافتی یا آب میان بافتی که حجم آن ۱۱ لیتر است و ۸۰ درصد ecf را به خود اختصاص می دهد.

۲- پلاسما که فقط در خون یافت می شود و حدود ۲۰ درصد ecf را به خود اختصاص می دهد.

غشاهای پلاسمایی نسبت به آب نفوذپذیرند و پدیده‌ی این نفوذپذیری انتشار است و با اسمز کنترل می شود.



غشاهای سلولی هم نسبت به آب نفوذپذیرند.

نکته : آب درون سلولی محیط متابولیکی مناسب را برای فعل و انفعالات متابولیکی تأمین می کند پس هم کمبود آب درون سلولی و هم افزایش آب درون سلولی ، محیط متابولیک را مختل می کند.

به ازای هزینه‌ی آب میان بافتی همیشه آب پلاسمایی و آب درون سلولی حتی المقدور ثابت می ماند.

هنگام فعالیت ورزشی خیلی وقتها تضاد در بدن بوجود می آید. از یک سو آب درون سلولی برای پشتیبانی متابولیکی ضروری است باید دائماً بتالکسیداسیون و گلیکولیز انجام شود و همه‌ی این ها به محیط آب نیاز دارند پس دائماً این آب بین سلولی است که هم به آب درون سلولی خدمات می دهد و هم به پلاسما و آن وقت غلظت خودش کم شده و دچار اختلال می شود همچنین سلول دائماً CO2 تولید کرده که باید از طریق آب میان بافتی به پلاسما و از طریق پلاسما به ریه ها آورده شده تا حذف شود و این عملیات فوق العاده پیچیده است. اگر بنا بود که آب پلاسمایی کم شود آن وقت خود پلاسما آسیب اساسی می دید و غلظت خون خیلی بالا می رفت در نتیجه قلب برای پمپاژ آن باید خیلی قویتر کرده که خطرناک است اما تمام تعادلها را بدن با هوشمندی برقرار می کند.

در گذشته گفته می شد که ورزشکاران باید sound اکسیژن داشته باشند اما امروزه می گویند ورزشکاران باید smart اکسیژن داشته باشند.

یکی از مهمترین اتفاقاتی که حین ورزش می افتد این است که سدیم باید دائماً از مایع برون سلولی به داخل سلولها بیاید.

هنگام ورزش باید sound physiological action یعنی عملیات فیزیولوژیکی سالم داشته باشیم که مهم ترین وجه این سلامت حفظ هموستاز در عین ناپایداری است. اما الان به این شکل اصلاحش می کنیم که هنگام فعالیت ورزشی باید smart physiological action یعنی اعمال فیزیولوژیکی هوشمندانه داشته باشیم. یادمان باشد smart متوجه CNS است پس وقتی بدن هوشمندانه وظایف فیزیولوژیکی اش را انجام می دهد آسیب ها به حداقل می رسد.

چه اتفاقی می افتد؟ در بیشترین حد شدت فعالیت ورزشی CO2 از محیط سلولی دفع می شود و آب میان بافتی درست توزیع شده تا همه‌ی اعمال به خوبی انجام شود.

به این دلیل مایع برون سلولی را محیط داخلی بدن می گویند که تمام فعل و انفعالات فیزیولوژیک توسط مایع بین سلولی پشتیبانی می شود و همه‌ی بی تعادلی متوقف کننده در این محیط داخلی به تعادل در می آید. بنابراین مایع بین سلولی یک مایع حفاظتی است از همه‌ی ما در هر شرایط.

هموستاز وقتی بخواهد در بدن برقرار شود نیاز به اجزایی است یکی دستگاه کنترل هموستازی عمومی و دیگری دستگاه کنترل هموستازی اختصاصی.

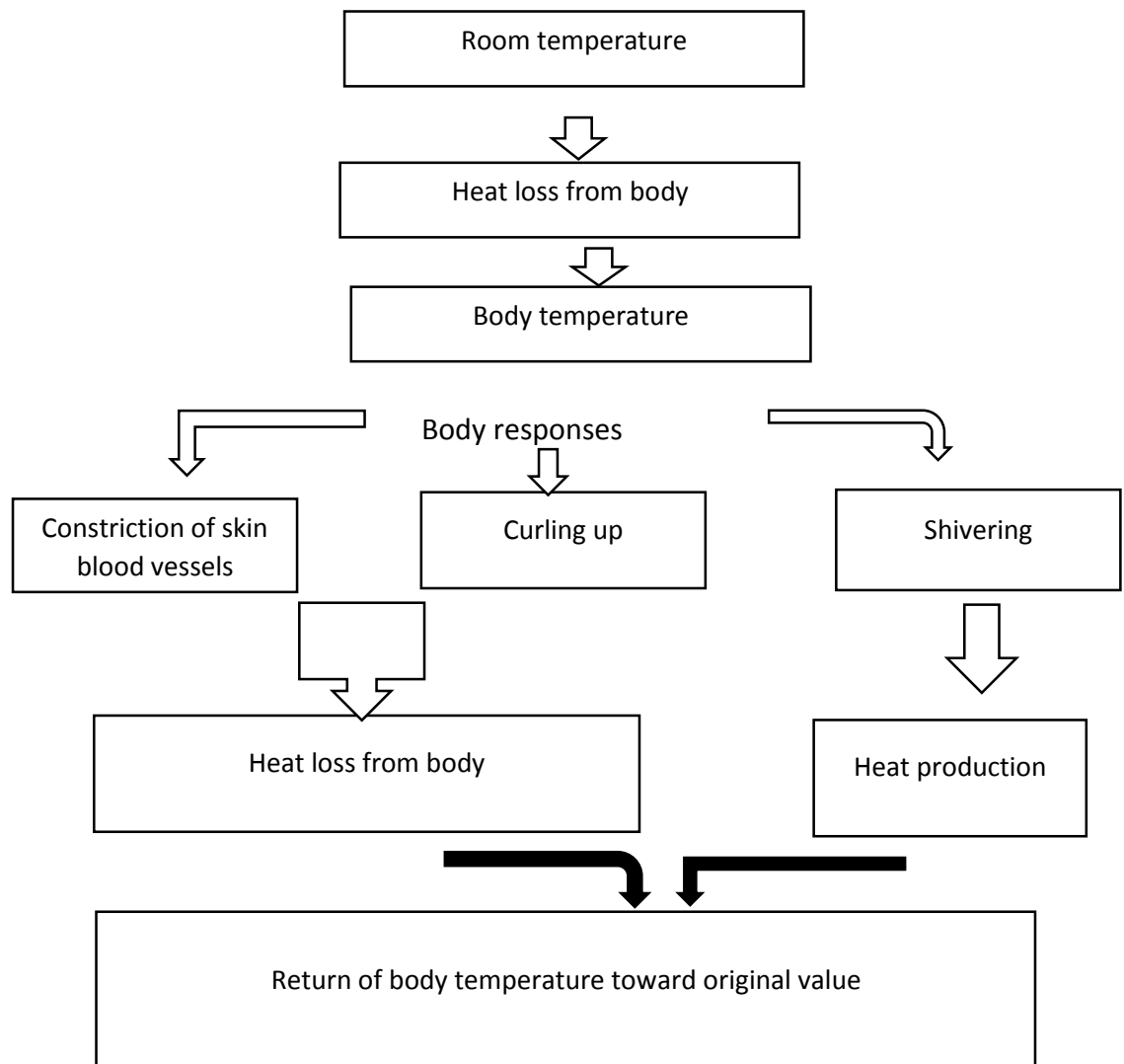
چه عاملی هموستاز را بهم می ریزد ؟ محرکها که به دو دسته اکسترنال و اینترنال تقسیم می شوند.

وقتی دستگاه کنترل هموستاز عمومی شد عمدتاً تحت تأثیر محیط بیرون یا محرکهای اکسترنال هستیم. مثال کاهش دمای بیرون هرگاه رخ دهد انعکاسی در بدن دارد ، انعکاسش افزایش دفع گرما از بدن است.

نکته: میزان دفع گرما در محیط سیال سرد ۱۰ برابر بیشتر از هوای سرد است.

هرگاه در یک محیط سیال سرد قرار بگیریم پیامد آن کاهش دمای مرکزی بدن است عملیات smart شروع شده و بدن با ۳ پاسخ با تحریک مقابله می کند :

- ۱- شایورینگ یا لرزیدن (shivering): سلسله انقباضهای پشت سر هم و کوتاهی که پیامد آن ترموژنز است نه تولید تانسین
- نکته: ما در تولید تانسین بدنبال عملیات مکانیکی هستیم ولی در شایورینگ بدنبال کار مکانیکی نیستیم فقط می خواهیم گرما در بدن تولید شود و بر اثر شایورینگ گرمای تولیدی در بدن زیاد می شود.
- ۲- کیولینگ آپ یا جمع شدن (curling up): سطح مقطع بدن در معرض هوا یا آب را کم کردن مثل چمباتمه زدن یا دستها را زیر بغل بردن
- ۳- تنگ شدن عروق خونی موجود در پوست (contraction of blood vessel) که انتقال گرما از پوست به محیط را کم می کند.
- پس شایورینگ همیشه تولید گرما می کند(ترموژنز) و کیولینگ آپ بدن را جمع می کنیم و گرما را داخل بدن حفظ می کنیم (heat maintenance).
- در شنا کردن گرما را بیشتر به شکل conduction (مجاورت) از دست می دهیم .
- Conduction یعنی مجاورت دو شیئی در کنار یکدیگر که لازمه ی آن تماس است.
- Convection از دیگر روشهای از دست دادن گرماست که لازمه ی آن تماس نیست. مثل وقتی پنکه روشن است و گرما از دست می دهیم.
- نتیجه اینکه شایورینگ تولید گرما را زیاد کرده و دو روش دیگر دفع گرما را از بدن کاهش می دهند.
- از یک طرف ترموژنز زیاد شده و از طرف دیگر دفع گرما کم شده که پیامد آن برگشت دمای مرکزی بدن به حالت نخستین است .
- کل مکانیسم از نوع contraction است .



ساعت : ۱۰ تا ۱۲

دوشنبه: ۹۲/۷/۲۲

جلسه چهارم

برخی از مهمترین نکات عمومی درباره ی دستگاههای کنترل هموستازی:

۱- پایداری یک متغیر داخلی زمانی بدست می آید که بین input ها و output ها تعادل برقرار باشد .

نکته : مهم مقادیر مطلق input ها و output ها نیست بلکه تعادل بین آنها مسئله است .

((سديم هيچگاه در مایع برون سلولی با مایع درون سلولی برابر نیست و اگر از نظر مقدار تعادل برقرار شود مرگ حادث می شود))

نکته: تعادل هست اما برابری نیست.

نکته: یک متغیر محیط داخلی یعنی یک متغیر هموستازی ، چون محیط داخلی بدن ، هدف هوستاز ما است.

۲- در دستگاههای بازخورد منفی هرگونه تغییر در متغیر تنظیم شدنی باعث پاسخهایی می شود که تمایل دارد متغیر را درجهت مخالف تغییر اولیه اش به حرکت درآورد و این بدین معناست که مقدار آن متغیر را به مقدار اولیه اش باز می گرداند (set point).

نتیجه: در دستگاههای کنترل هموستازی هر متغیر یک نقطه تنظیم خاصی دارد . مثال دمای بدن ۳۷ درجه پس

Set point آن ۳۷ درجه است.

۳- دستگاه‌های کنترل هموستازی نمی‌توانند پایداری کامل یک ویژگی معین محیط داخلی را حفظ کنند بنابراین هر متغیر تنظیم شدنی کم و بیش دامنه‌ی محدودی از مقادیر طبیعی دارد که به شرایط محیط خارجی بستگی دارد.

نتیجه: همه‌ی متغیرهای فیزیولوژیک در بدن انسان set point نقطه‌ای ندارند یعنی اینکه تغییرات فیزیولوژیک همه‌ی این متغیرها در یک دامنه حنبه طبیعی دارد و اگر جز این بود بیماریها زود بر انسان غلبه پیدا می‌کرد.

( set point نقطه‌ای در یک متغیر فیزیولوژیک یعنی انعطاف ناپذیری).

۴- نقطه‌ی تنظیم همه‌ی متغیرهای تنظیم شدنی که تحت تأثیر دستگاه‌های کنترل هموستازی هستند می‌توانند بازتنظیم شوند یعنی اینکه به لحاظ فیزیولوژیک می‌توانند افزایش یا کاهش پیدا کنند. به زبان ساده همه‌ی set point ها و دامنه آنها تغییرپذیرند.

مثال: ضربان قلب استراحتی یک فرد ۷۰ می‌باشد بعد از ۲ سال ورزش این ضربان به ۵۰ می‌رسد بنابراین در جهت کاهش ریست شد. حال همین فرد به مدت به مدت ۲ سال ورزش را رها میکند ضربان او به حالت اول یا کمی بیشتر می‌رسد بنابراین در جهت افزایش ریست می‌شود.

۵- همیشه این امکان وجود ندارد که هر چیزی تحت تأثیر دستگاه‌های کنترل هموستازی و در پاسخ به یک چالش محیطی نسبتاً ثابت باقی بماند این از نقطه نظر سلسله مراتبی (hair archery) یا از دیدگاه مکانیستی بسیار مهم است.

Hair archery: از لحاظ سازمانی وقتی دستگاه هموستازی ما بخواهد یک آرایشی پیدا کند لازم است یک سلسله تغییرات ایجاد شود این از لحاظ سازماندهی اهمیت دارد.

پایداری متغیرهای معینی می‌توانند تا حد بسیار زیادی تغییر کنند تا سایر متغیرها در یک مقدار نسبتاً ثابتی حفظ کنند.

ما می‌توانیم set point یک متغیر را تا حد زیادی بالا ببریم اما در مقابل یک متغیر دیگر تا حد زیادی پایین بیایند و اینها همدیگر را پوشش داده تا متغیر اصلی آسیب نبیند.

مثال: هر فرد برای تأمین نیازهای خونی حدود ۵ لیتر خون نیاز دارد. در اینجا متغیر اصلی ما برون ده قلبی و حجم ضربه‌ای و ضربان متغیرهای فرعی می‌باشند.  $Q=HR \times SV$

فرد اول:  $Q=70 \times 70$

فرد دوم:  $Q=50 \times 100$

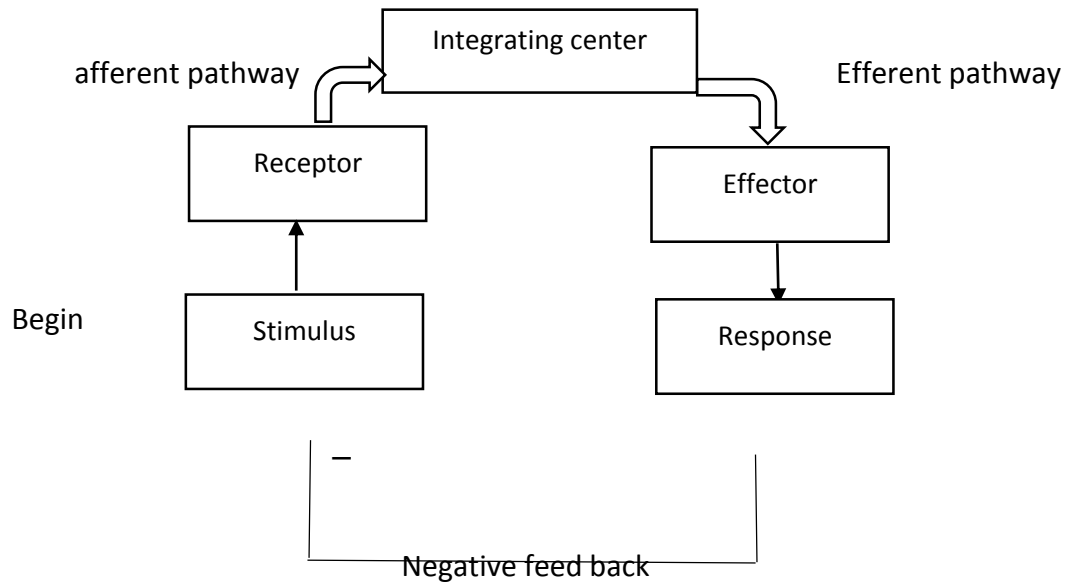
نکته: هزینه انرژی قلب بستگی به HR دارد، ما یک  $VO_2$  قلبی داریم که هر چقدر کمتر باشد کارایی آن بیشتر است و این  $VO_2$  به توانر بستگی دارد که هر چقدر توانر کم شود هزینه انرژی قلب پایین آمده یعنی  $VO_2$  آن پایین می‌آید.

نکته: یک ورزشکار باید از توانایی حداکثر ظرفیت تولید انرژی برخوردار باشد اما برای هر کار فیزیولوژیک حتماً انرژی کمتری مصرف کند. بنابراین هزینه انرژی هر چقدر کمتر باشد بهتر است اما ظرفیت انرژی هر چقدر بیشتر باشد بهتر است.

نکته مهم: هدف تمرینات ورزشی افزایش ظرفیت انرژی است و هدف تمرینات انرژی کاهش هزینه‌ی برای هر عملکرد معینی در بدن انسان می‌باشد که اصطلاحاً aerobic store گفته می‌شود.

پس کسی که ظرفیتش ۱۰۰ و هزینه اش ۲۰ است aerobic store او ۸۰ است و کسی که ظرفیتش ۶۰ و هزینه اش ۴۰ است aerobic store او ۲۰ است. دومی از لحاظ کارآمدی بسیار ضعیف و اولی بسیار قوی است.

اجزای قوس بازتابی دستگاه کنترل هموستازی عمومی:



هر قوس بازتابی دست کم به سه عنصر نیاز دارد : گیرنده – مرکز پردازش اطلاعات- اندام مجری (receptor- integrating center - effector)

گیرنده ها زمانی فعال می شوند که یک محرک (stimulus) وجود داشته باشد.

مسیرهای آوران (afferent pathway) ابزار انتقال پیام از گیرنده ها به مرکز پردازش اطلاعات هستند، مرکز پردازش اطلاعات را پردازش و به مراکز اجرا کننده (اندامهای مجری) می فرستد ، که این مسیرهای وابران

(Efferent pathway) هستند که اطلاعات را به اندامها می برند و اندام مجری پاسخ می دهد پس قوس بازخوردی تکمیل شده ، این پاسخ باعث می شود که با یکی از دو روش (eliminate یا contract) محرک را کنار بزند پس وقتی با یکی از این دو روش محرک را کنار زد پاسخ منفی است (negative feedback).

نکته: (افرنت ها و ایفرنتها هر دو data (اطلاعات) جابجا می کنند اما دقیق تر اگر بخواهیم بگوییم این است که افرنت ها همیشه دیتا جابجا کرده و ایفرنت ها message جابجا می کنند).

نکته: افرنت ها message جابجا نمی کنند و فقط یفرنت ها هستند که message جابجا می کنند، بخطر همین است که ما کلمه ای بنام messenger داریم.

دستگاه کنترل هموستازی برای اینکه فعال شود نیاز به یک نقطه شروع دارد و نقطه شروع همیشه از محرک شروع می شود.

مثال :کنترل دمای بدن ، محرک کاهش دمای بدن.

وقتی دمای بدن کاهش پیدا می کند گیرنده های ویژه ای در سطح بدن فعال می شوند این گیرنده ها را پایانه های حساس به دما گویند (سرما یا گرما)وقتی پیام را گرفتند سرعت پیام رسانی را افزایش داده (از طریق مسیرهای آوران ) و پیام به مرکز پردازش اطلاعات می رسد و در مغز سلولهای عصبی خاص (ما ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی داریم) که هیپوتالاموس خلفی است ، پس از دریافت کاهش دما ، سرعت تحریک را تغییر داده و از طریق اعصاب وابران به عضلات اسکلتی و عضلات صاف موجود در رگهای خونی پوست می رود ، در عضلات اسکلتی انقباض اتفاق افتاده که باعث افزایش تولید دما در بدن شده (shivering ) و در پوست با افزایش رگ تنگی باعث کاهش دفع دمای بدن شده و هردو نگاتیو فیدبک می باشند و محرک اولیه به کنترل در می آید .

پرسشهایی که در قوس بازتابی هموستازی باید مد نظر قرار داد.

- متغیری که در شرایط چالش برانگیز با آن مواجه می شویم و باید ثابت بماند چیست؟ (مثال آیا ای ن متغیر دما است ، فشار خون است ، پلاسما است یا .....).

- گیرنده هایی که تغییرات در متغیر را شناسایی می کنند کدامند؟

- مرکز هماهنگی که در آن اطلاعات از گیرنده دریافت و سپس از آنجا به عوامل مجری فرستاده می شود کجاست؟

- افکتورها کدامند و پاسخ ها در کجا ظاهر می شوند و چگونه فعالیت در آنها تغییر کرده تا متغیر تنظیم شدنی را تنظیم کنند؟

یادآوری: بدن انسان یک whole است از طرف دیگر بدن انسان از میلیاردها سلول تشکیل شده است که هر سلول خود یک واحد مستقل است اما این قطعات باید با هم ارتباط داشته باشند.

ابزارهای دستگاههای کنترل هموستازی:

- عناصر ارتباطی دستگاه کنترل هموستازی عمومی

- عناصر ارتباطی دستگاه کنترل هموستازی موضعی

عناصر ارتباطی کنترل دستگاه کنترل هموستازی عمومی:

۱- هورمون ۲- نوروترانسمیتر ۳- نوروهورمون

هورمون: یک مولکول شیمیایی است که توسط سلولهای غدد مترشحه هورمونی ترشح و سپس از راه جریان خون به سلول هدف می رسد و آنجا اثر خود را اعمال می کند. سلولهای هدف سلولهایی هستند که گیرنده های اختصاصی یک لیگاند (مولکول شیمیایی یا پیک شیمیایی) را داشته باشند.

نوروترانسمیتر: یک مولکول شیمیایی است که از سلولهای عصبی خاصی ترشح شده و به شکل خاص نورونها یا سلولهای مجری در ارتباط را تحت تأثیر قرار می دهد. مثال سروتونین

نوروهورمون: یک مولکول شیمیایی است که از سلولهای عصبی خاصی ترشح و سپس از راه جریان خون به سلول هدف می رسد. پس منشأ مترشحه ی آن سلولهای عصبی است مثل اپی نفرین و نوراپی نفرین

عناصر ارتباطی دستگاه کنترل هموستازی موضعی:

در موضع مولکولهای شیمیایی مترشحه از سلولهای موضعی به دو روش عمل می کنند:

۱- پاراکراین (paracrine agent) ۲- اتوکراین (autocrine agent)

((چرا به آن agent می گویند؟ چون معرف شیمیایی هستند و محدوده ی عملکردی خیلی خلاصه ای داشته و سریع العملند و بلافاصله از بین می روند)).

پاراکراین: عبارتند از مولکولهای شیمیایی که توسط سلول موضعی ترشح و پس از ریختن به مایع میان بافتی سلولهای مجاور یا همسایه را تحت تأثیر قرار می دهند. آن دسته سلولهایی که گیرنده های اختصاصی دارند.

اتوکراین: عبارتند از مولکولهای شیمیایی که وقتی از یک سلول موضعی ترشح و وارد مایع میان بافتی شد خود سلول مترشحه را تحت تأثیر قرار می دهد.

سوال: پس چرا باید بیرون ریخته شود؟ چون گیرنده ها در سطح سلول هستند.

مثال: NO (نیتیک اکساید) یک مولکول شیمیایی موضعی است که هم بصورت پاراکراین و هم اتوکراین عمل می کند. (برای تنظیم قطر شریانچه ها)

تعادل مواد ورودی و خروجی سیستم: Bio پویاست و مشخصه دستگاههای پویا این است که دارای input و output می باشند.

تغذیه دستگاه بدن انسان:

- آنهایی که می توانند وارد سیستم شوند: ۱- غذا ۲- هوا ۳- سیستم خود قادر است با استفاده از غذا و هوا برخی مواد را در بدن بسازد (مثل هیستیدین) خیلی از موادی که در بدن انسان جنبه ی غیر ضروری دارند بدین شکل در بدن ساخته می شوند.

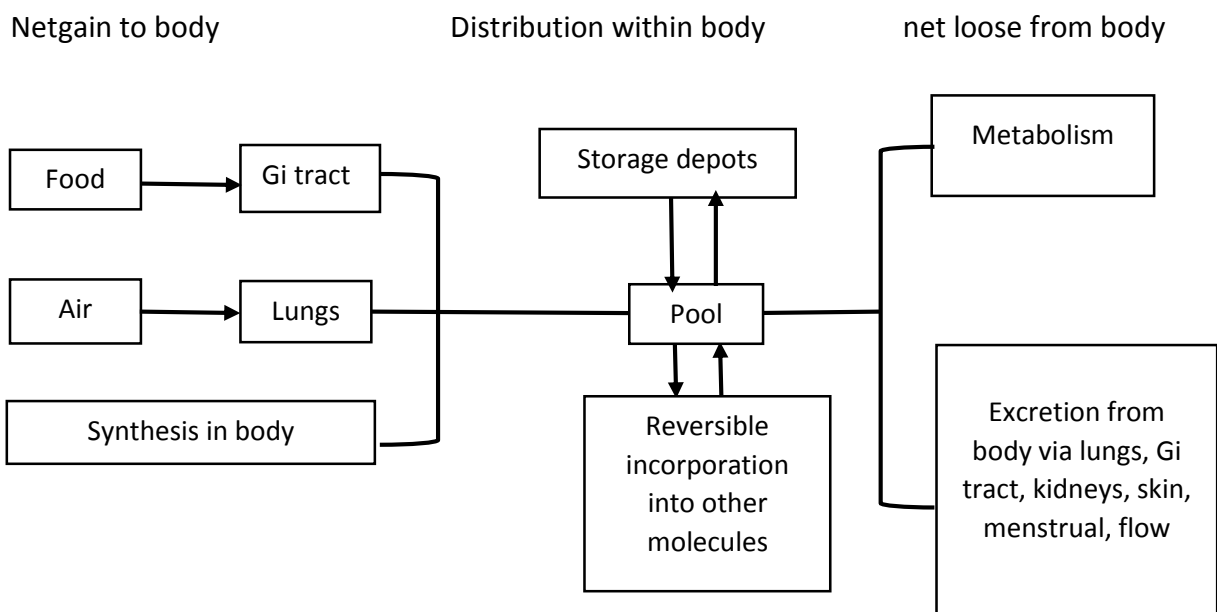
- مقداری از مواد را سیستم ذخیره (storage) می کند ، انبارهای ذخیره جایی هستند که مواد ذخیره ای نگهداری شده و به موقع استفاده می شوند مثل مقدار زیادی از چربیها و کربوهیدراتها .  
از مشکلات یک Bio این است که پروتئین ذخیره ای ندارد یعنی جایگاه ذخیره ای ندارد .  
(storage جزو ساختارها نیست)).

اما دسته ای از مواد در بدن دائماً در حال تبدیل به سایر مولکولها هستند و reversible (برگشت پذیر) هستند. یک سیستم پویا باید این ویژگی را داشته باشد.

مثال : محصول متابولیسم در سلول عضله  $Co_2$  است بلافاصله در گلبول قرمز به  $H_2CO_3$  و سپس به یون بیکربنات ( $HCO_3^-$ ) تبدیل شده و به ریه ها آمده و درون ریه ها به  $HCO_3^-$  و سپس  $Co_2$  تبدیل و از محیط خارج می شود.

(( Reversible ها مکانیزم های دفاعی اند)).

- یک سری از مواد را از طریق متابولیسم از دست می دهیم مثل انرژی گرمایی اما یک سری مواد باید از طریق دیگر از بدن دفع شوند مثلاً از طریق ریه ها.



ساعت : ۱۰ تا ۱۲

دوشنبه: ۹۲/۷/۲۹

جلسه پنجم

## فصل دوم

عناصر شیمیایی ضروری در بدن به ۳ دسته تقسیم می شوند:

۱- عناصر اصلی یا mager element : ۹۳/۳ درصد کل اتمها در بدن را به خود اختصاص می دهند و شامل هیدروژن ۶۳ درصد ، اکسیژن ۲۶ درصد ، کربن ۹ درصد و نیتروژن ۱ درصد کل اتمها را به خود اختصاص می دهند.

۲- عناصر معدنی یا mineral element ۷/ درصد کل اتمها را به خود اختصاص می دهند .

کلسیم - فسفر - پتاسیم - سدیم - کلر - سولفور - منیزیم

۳- عناصر نادر یا کمیاب یا trace element کمتر از ۰۱/ درصد کل اتمها را به خود اختصاص می دهند

آهن - ید - مس - روی - منگنز - کبالت - کروم - سلنیوم - مولیبدینوم - فلور - سلیکون - واندیوم - تین

هر کسی که فشار اکسایشی بدنش زیاد است سلیوم بدنش کم است ، بسیاری از کسانی که سبزیجات و میوه جات کم می خورند سلیوم بدنشان خیلی کم می شود.

نگاه یونی : یونها عناصری هستند که شارژی می شوند یا به عبارت دیگر باردار می شوند.

همین که باردار شدند یعنی می توانند یا الکترون از دست بدهند یا بگیرند ، در بدن موجود زنده ما فقط یون داریم. فراوانترین شکل های یونی عناصر :

۱- اتم هیدروژن یون  $H^+$  ۲- اتم سدیم یون  $Na^+$  ۳- اتم پتاسیم یون  $K^+$  ۴- اتم کلر یون  $Cl^-$  ۵- اتم منیزیم یون  $Mg^{2+}$   
۶- اتم کلسیم یون  $Ca^{2+}$

نکته : یونهای مثبت الکترون از دست داده و یونهای منفی الکترون دریافت می کنند،عالیترین جایی که با این موضوع سرو کار داریم زنجیره ی انتقال الکترونی است که پروتونها از الکترونها جدا می شوند.

در اسمز تعداد ذرات مهم است پس تعداد بارها نشان می دهد که هر مولکول با چند ذره از مولکول آب ترکیب می شود.

مثال  $MgCl$  سه ذره حامل دارد که وقتی محلول می شود ۳ ذره آب خارج می شود.

طبقات اصلی مولکولهای آلی در بدن :

مولکولهای آلی به دلیل برخورداری کربن در ساختارشان خاصیت اکسایشی دارند.

۱- کربوهیدراتها : ۱ درصد وزن بدن را تشکیل داده و اتمهای غالب آن کربن –هیدروژن و اکسیژن می باشد.

شامل : منوساکاریدها – پلی ساکاریدها (زیر واحد پلی ساکاریدها منوساکاریدها هستند).

۲- لیپیدها : ۱۵ درصد وزن بدن را تشکیل داده و اتمهای غالب کربن – هیدروژن و اکسیژن بسیار کم.

شامل:تری گلیسریدها(چربیهای ساده)- فسفولیپیدها(چربیهای مرکب)- استرئیدها(چربیهای مشتق).

در مقایسه با کربوهیدراتها چون چربیها در ساختارشان اکسیژن بسیار کمی دارند دیرسوزندو برای واکنش به اکسیژن بیشتری نیاز دارند.

ویژگیهای چربیهای ساده یا تری گلیسریدها این است که لیپولیز شده و به ۳ اسید چرب و گلیسرول تبدیل می شود.

نکته: فقط چربیهای ساده لیپولیز می شوند.

فسفولیپیدها یا چربیهای مرکب : چون به غیر از چربی ماده دیگری در ساختار خود دارند مثل فلز یا چیزی دیگر(فسفر) و وقتی تجزیه می شوند به ۲ اسید چرب ، یک گلیسرول ، فسفات و یک مولکول نیتروژن با شارژ کمتر تبدیل می شوند.

استروئیدها sub unit ندارند پس تجزیه ناپذیرند. این چربیها مشتق هستند و از تغییر شکل سایر چربیها بوجود می آیند . مثال منشأ کورتیزول و تستسترون کلسترول می باشد.

نکته: یک مولکول زمانی می تواند تجزیه شود که به اتمهای مستقلی تبدیل شود و به عبارتی از حالت ذره خارج نشود.

۳- پروتئین ها : ۱۷ درصد وزن بدن را تشکیل داده و از نیتروژن ، اکسیژن ،هیدروژن و کربن تشکیل شده اند.

همین که N در ساختاری یافتیم می فهمیم که گروههای آمینی دارند.

Sub class پروتئینها پپتیدها و پلی پپتیدها و Sub class اینها اسیدهای آمینه می باشد.

هر گاه دو اسید آمینه به هم پیوستند می توان به آن پروتئین گفت.

از آنجا که پروتئین ها مولکولهای درشتی هستند دوتا که شدند دی پپتید و وقتی ۱۰ تا شدند الیگوپپتید نامیده می شوند.

الیگو پپتیدهای به هم پیوسته را پلی پپتید می گویند.

۴- اسیدهای نوکلئیک : ۲ درصد وزن بدن را تشکیل داده و از نیتروژن - اکسیژن - هیدروژن و کربن تشکیل شده اند و به طور کلی به دو دسته DNA و RNA تقسیم می شوند.

اسیدهای نوکلئیک را می شود جزو نوکلئوتیدها طبقه بندی کرد.

نوکلئوتیدها : مولکولهای ویژه ای در بدن هستند که دست کم ۳ بخش در ساختمان آنها :

۱- ساختار بازی ۲- یک قند دارند ۳- دست کم ۱ فسفات دارند

مثال ATP یک نوکلئوتید است.

نیروهای پیوندی بین مولکولها و اتمها:

۱- پیوندهای هیدروژنی : از لحاظ قدرت پیوند ضعیف هستند . ویژگی انه این است که در این پیوندها جاذبه های الکتریکی بین پیوندهای قطبی که معمولاً بین هیدروژن و اکسیژن است شکل می گیرد.

هیدروژن  $H^+$  و اکسیژن اگر بخواند بصورت پیوند برقرار شود بصورت  $OH^-$  در می آید.

مثال جاذبه های بین پیوندهای پپتیدی که ساختار زنجیره ی آلفای پروتئین را شکل می دهد .

جاذبه های بین زنجیره های جانبی اسیدهای آمینه قطبی که در تشکیل پروتئین ها شرکت می کنند.

جاذبه بین مولکولهای آب.

۲- پیوندهای یونی: از لحاظ قدرت پیوند قوی هستند . ویژگی آنها این است که جاذبه های الکتریکی بین گروههای یونی با بار مخالف برقرار می شود.

مثال : جاذبه های بین گروههای یونی موجود در زنجیره های اسیدهای آمینه ای که در تشکیل پروتئین ها ایفای نقش می کنند.

۳- پیوندهای واندروالسی: از لحاظ قدرت پیوندی بسیار ضعیفند .

جاذبه بین مولکولهای غیر قطبی و گروههای غیر قطبی زمانی که خیلی این دو به یکدیگر نزدیک باشند.

مثال : جاذبه های بین اسیدهای آمینه غیرقطبی موجود در پلی پپتیدهایی که در شکل گیری پروتئین ها مؤثرند.

جاذبه بین مولکولهای لیپیدی .

۴- پیوندهای کووالانسی : از لحاظ قدرت پیوندی بسیار قوی هستند و برای آنکه بافتهای بدن شکل بگیرند بسیار ضروری هستند از ویژگی آنها به اشتراک گذاشتن الکترونها بین اتمها است.

پیوندهای کووالانسی غیر قطبی به یک اندازه الکترون به اشتراک گذاشته در حالی که در پیوندهای قطبی این باقیماندهی الکترونهاست که در مجاورت یک اتم و بصورت جفتی قرار می گیرند.

مثال : بیشتر پیوندهایی که اتمها را به یکدیگر ارتباط داده تا مولکول ها تشکیل شود.

نکته: الکترونها به یک عبارتی مثل اسیدهای آمینه هستند.

رزجوال ها ( residual ) در اسید آمینه چه هستند ؟

بخشی از یک ساختار هستند که هویت مستقل به مولکول یا اتم می دهند و یا ان بخشی که ساختار یک اسید آمینه را از اسید آمینه ی دیگر متمایز می کند.

مثال: بین دو اسید آمینه تربیتوفان و لیزین در ۳ نقطه کاملاً همگونی و تنها در یک نقطه تمایز وجود دارد این نقطه را رزجوال می گویند.

الکترون ریساید (electron resid): بخشهایی از الکترون هستند که الکترون را به نحو عالی معرفی می کنند و یا آن بخشی که هویت یک الکترون را از الکترون دیگر متمایز می کند.

نکته: وقتی الکترونها به اندازهی مساوی بود پیوند غیر قطبی و آنجا که نامساوی می شود قطبی می شود.

از پیوندهای موجود در بدن ساختارهای شیمیایی دائماً در حال داد و ستد هستند و در این داد و ستد اگر در پوسته‌ی خارجی الکترونها برابر شوند غیر قطبی و اگر نابرابر شوند قطبی است.

توجه: پیوند اکسایشی جزو پیوندهای هیدروکسیلی است آنجا که هیدروژن به شکل OH درمی آید چون بصورت هیدروژن قدرت پیوندی ندارد پس باید بصورت OH درآید و حالت هیدروکسیلی پیدا کند.

مقایسه DNA و RNA :

(( اینها دو ماکرومولکول هستند که همه چیز ما دست آنهاست ))

DNA ها عناصر مولکولی نقشه کش هستند در حالیکه RNA ها مجری هستند.

DNA ها کدهای ۳ گانه محل استقرار اسیدهای آمینه در کنار یکدیگر را تولید می کنند و RNA ها کدهای ۳ گانه را حمل و در ریبوزوم اجرا می کنند.

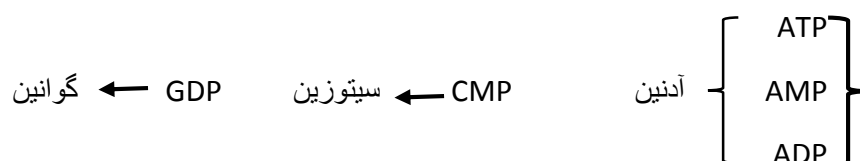
قند نوکلئوتید DNA دزوکسی ریبوز و قند RNA ریبوز است.

بازهای نوکلئوتیدی در DNA چهار باز دارد ۲ باز پورینی که آدنین و گوانین نام دارند و ۲ باز پیریمیدینی که سیتوزین و تیمین نام دارند.

در RNA نیز چهار باز وجود دارد که ۲ باز پورینی آدنین و گوانین و ۲ باز پیریمیدینی سیتوزین و اوراسیل نام دارند.

نامگذاری نوکلئوتیدها ریشه در باز اصلی سازندهی آنها دارد مثال نامگذاری ATP بخاطر آدنین و GTP بخاطر گوانین.

برخی نوکلئتیدها تک باز و برخی چند باز دارند



DNA و RNA هر یک ۴ باز دارند.

اما به لحاظ زنجیره ای DNA دوزنجیره دارد پس قدرت همانند سازی دارد در حالیکه RNA یک زنجیره دارد و اگر تجزیه شود قدرت همانند سازی ندارد.

|                   |             | DNA         | RNA      |
|-------------------|-------------|-------------|----------|
| Nucleotide sugar  |             | deoxyribose | Ribose   |
| Nucleotide basses | Purines     | Adenine     | Adenine  |
|                   |             | Guanine     | Guanine  |
|                   | Pyrimidines | Cytosine    | Cytosine |
|                   |             | Thymine     | Uracil   |
| Number of chains  |             | Two         | One      |

## فصل سوم

### ساختار سلول

سلول ۲ بخش دارد : ۱- غشاء (membrane, envelope) ۲- سیتوپلاسم و سیتوزول

بطور خاص غشاء هسته ای را Envelope می گویند.

در سیتوپلاسم یا سیتوزول ما دو نوع اندامک داریم که یک سلسله از آنها دائمی هستند که به آنها ارگاتل ها (organel) یا اندامکها و بخشهای دیگر که موقتی هستند اینکلوزن یا انکلوزیون (inclusions) نام دارند مانند گلیکوژن و (intra muscular three glyceride) IMTG).

تفاوتشان در این است که موقتی ها نبودشان خطری ایجاد نمی کند اما دائمی ها نبودشان خطر ساز است.

میکروفیلامنتها و میکروتوبول ها را سایتو اسکلتون (cito skeleton یا اسکلتهای سلولی) می گویند.

پروکسی زومها (peroxisome) به لحاظ اندامکی چیزی شبیه میتوکندری هستند و می توانند از اکسیژن استفاده کنند اما از آنجایی که برعکس میتوکندریها ابزارهای چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون را ندارند اگر از اکسیژن استفاده کنند به رادیکالهای آزاد تبدیل شده و برای سلول مانند چاقوی دولبه عمل می کنند که جاهایی می توانند مؤثر و جاهایی خطرناک باشند.

نکته : اکسیژن مورد استفاده تبدیل به رادیکال آزاد می شود .

نکته:  $H_2O_2$  در پروکسی زومها هم سنتز و هم تجزیه می شود.

نکته: آب در داخل پروکسی زومها تجزیه می شود.

ساعت : ۱۰ تا ۱۲

دوشنبه: ۹۲/۸/۶

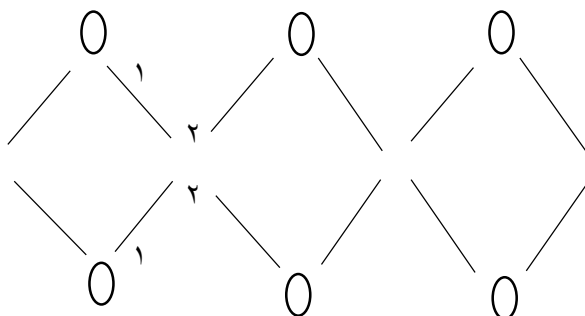
جلسه ششم

تفاوت بین سیتوپلاسم و سیتوزول:

سیتوپلاسم: عبارت است از تمام محتویات داخل سلول بجز هسته .

سیتوزول : عمدتاً برمی گردد به بخش مایع درون سلولی در حقیقت باقیمانده سلول بجز محتوای هسته و اندامکها را سیتوزول گویند . یا بخش مایع گونه سیتوپلاسم که در خارج از اندامکهای سلول قرار گرفته.

غشاء ۳ لایه دارد ۲ لایه ی داخلی و خارجی که هردو از پروتئین های کروی که عمدتاً شامل اسیدهای آمینه آب دوست هستند اما بخش وسط یک لایه ی دو طبقه ی چربی است، هر لایه از دو لایه چربی دو سر دارد سرهای دور از هم (شماره ۱) که متمایل به پروتئین های کروی اند که آب دوست می باشند به آنها سرهای هیدروفیلیک (آب دوست) می گویند و سرهای مجاور هم (شماره ۲) که تقریباً در مرکز غشاء یافت می شوند و یا در دوسوی به هم نزدیک لایه میانی یافت می شوند را سرهای هیدروفوبیک (آب گریز) می گویند.



یک ساختار بسیار مهم در غشاء integral proteins یا پروتئینهای سرتاسری می باشند.

به این دلیل به آنها سرتاسری می گویند که در عرض غشاء کشیده شده اند.

نکته: این پروتئینها وظایف زیادی در سلول دارند : کانال سازی ، بعنوان حامل عمل کرده ، بخشی از آنها به عنوان گیرنده عمل کرده اما به یک چیز آنها نیاز داریم و آن این است که پروتئینهای سرتاسری تخصص عملشان در اصل جابجایی مواد در دو سوی غشاء است.

غشاء چه کارهایی می کند :

۱- عبور و مرور مواد به داخل و خارج سلول و بین اندامکهای سلول و سیتوزول را تنظیم می کند.

نتیجه مهم: ما یک غشاهای پلاسمایی و یک غشاهای اندامکی داریم پس وقتی بحث از غشاهای پلاسمایی می شود منظور غشایی است که در ارتباط با آب خارج سلولی است.

۲- پیک های شیمیایی وارده به سلول را شناسایی می کند . (غشاها پیک های اولیه را شناسایی می کنند).

۳- از طریق پیوستگاههای شبه غشایی سلولهای مجاور را به یکدیگر مرتبط می سازد . (بیشتر برمیگردد به تغییر شکل های مکانیکی که می تواند در ساختار سلول بوجود آید).

۴- سلولها را با ماتریکس برون سلولی مرتبط می سازند.

مهمترین ویژگی غشاء در بدن انسان این است که نفوذپذیری انتخابی (permeability) دارند پس می توان گفت غشای یک مرزبان هوشیار است.

غشاها حداقل می توانند سه وضعیت داشته باشند:

۱- تراوا ۲- غیر تراوا ۳- نیمه تراوا

تراوا به هرچیزی اجازه ورود و خروج می دهد و غیر تراوا به هیچ ماده ای اجازه ی ورود و خروج نمی دهد و نیمه تراوا یعنی نفوذپذیری انتخابی دارند.

**هسته** : بزرگترین اندامک است و جسمی است که یا کروی و یا بیضی شکل است که نزدیک به مرکز سلول قرار داشته و توسط یک غشاء هسته ای احاطه شده که خود از دو غشاء تشکیل شده است (غشاء هسته را envelope گویند) این غشاها منافذی در سطح دارند که از طریق آنها مولکولهای پیک بین هسته و سیتوپلاسم جابجا می شوند.

هسته حاوی یک سری رشته های کلونیدی موسوم به DNA یا در سطح DNA هستند که به آنها کروماتین گویند. این رشته ها وقتی کروماتین هستند خیلی پراکنده هستند کروماتین ها وقتی condense (خیلی فشرده) می شوند کروموزومها را در زمان تقسیم سلولی تشکیل می دهند .

(تا هنگام تقسیم سلولی ما کروماتین داریم و هنگام تقسیم کروموزوم)

کار سلول اطلاعات ژنتیکی را هم به شکل DNA ذخیره می کند و در مواقع لازم این اطلاعات را جابجا (transmit) می کند.

اطلاعات ژنتیکی از هسته به سیتوپلاسم آمده جایی که اسیدهای آمینه به پروتئینها مونتاژ (assemble) یا سرهم می شود. (( توجه داشته باشید که مونتاژ با سنتز تفاوت دارد و سنتز در جای دیگر انجام می شود).

**هستک** : در واقع یک کیسه های سطح رشته ای بسیار متراکمی اند که در درون هسته مستقرند . هستک ها پروتئین هایی دارن که به DNA متصل اند و مهم این است که در هستک ها اطلاعات مربوط به پروتئینهای ریبوزومی آشکار می شوند.

ما می توانیم با استفاده از رشته های الگو در DNA ، RNA ها را بسازیم.

عملکرد هستک ها :

جایگاه سنتز RNA های ریبوزومی هستند در واقع RNA را مونتاژ کرده و از آنجا سپس حرکت کرده و به سیتوپلاسم می روند.

توجه: هسته و هستک در سنتز پروتئین ها نقش اصلی را دارند.

**شبکه ی آندوپلاسمیک:** دارای یک نوع تقسیم بندی Rough (زبر یا دانه دار) شبکه آندوپلاسمیک است که دانه های ریبوزومی روی سطح خودش دارد و یک شبکه آندوپلاسمیک بنام smooth یا صاف که ریبوزوم ندارند.

دانه دارها شبکه ی غشاء گونه ی فشرده ای از کیسه های سطحی هستند و حاوی فضاهایی هستند که در سرتاسر سلول پخش شده و تقریباً ارتباط بین اندامکها با هسته را برقرار می کنند. سطح شان پروتئینها را سرانجام در سایر اندامکها توزیع یا به خارج سلول می فرستند.

صاف ها شبکه ی لوله مانند بسیار انشعاب یافته ای هستند که ریبوزوم در سطح آن پیدا نمی شود اما این قابلیت را دارند که با آندوپلاسمیک دانه دار بیوندند و با آنها در تماس باشند.

کار آنها : ۱ - حاوی آنزیمهای سنتز اسیدهای چرب و استروئید هستند ۲- کلسیم را ذخیره و آزاد می کنند و بدین ترتیب فعالیت های گوناگون سلول را کنترل می کنند.

((فراوانترین شبکه های آندوپلاسمیک را سلولهای عضلات اسکلتی دارند در نتیجه منبأ یون کلسیم اینها تماماً درونی است برعکس عضله قلب و عضله صاف چون شبکه های آندوپلاسمیک خیلی کمی دارند به کلسیم برون سلولی نیازمندند)). منبع کلسیم قلب مایع احاطه کننده ی آن است.

**دستگاه گلژی:** یک سلسله کیسه های مسطح از جنس غشاء در مقابل یکدیگر قرار گرفته اند .

((در واقع مثل پارچه ای هستند که روی هم قرار گرفته اند که دارای دو سطح در تماس و دو سطح بدون تماسند ، ریبوزومها همیشه در سطحی قرار دارند که در تماس با یکدیگر نیستند)).

وزیکولهای زیادی در سطح آنها مستقر است . معمولاً در هر سلول یک دستگاه گلژی و آن هم در مجاورت هسته قرار دارد.

دستگاههای گلژی مکمل شبکه های آندوپلاسمیک هستند به بیان دیگر آنچه در شبکه ی آندوپلاسمیک تولید می شود در دستگاه گلژی نگهداری می شود .

کار آنها : پروتئین هایی که از شبکه ی آندوپلاسمیک دریافت کند قبل از آنکه توزیع کند و آنها را به شکل حبابهای گلژی به سایر اندامها یا به خارج سلول بفرستد آنها را تغلیظ (concentrate) و جرح و تعدیل (modify) و دسته بندی (sort) می کند.

**میتوکندری:** اجسام بیضی شکل یا دایره ای شکلی هستند که توسط ۲ غشاء احاطه شده که غشای داخلی با با ماتریکس میتو کندریها در تماس است. غشای داخلی توسط یک ستیغ هایی به درون ماتریکس نفوذ می کند که اصطلاحاً کریستال یا تیغه های میتوکندری نامیده می شوند در نتیجه هرچه تیغه های میتوکندریایی بیشتر باشد قابلیت انرژی زایی آن بیشتر است.

میتوکندریها را نیروگاه سلول می گویند چون : ۱- میتوکندریها جایگاه اصلی تولید ATP ، مصرف O<sub>2</sub> و تولید CO<sub>2</sub> هستند ۲- آنزیمهای چرخه کربس و فسفوریلاسیون اکسایشی را دارد .

نکته :از میان همه ی اندامکهای سلولی بجز هسته میتوکندری نیز DNA دارد. به همین دلیل می گوئیم میتوکندریها از یک قابلیت برخوردارند که دائم می توانند فیژن (Fission) یا فوژن (Fusion) شوند که رویهم رفته توده ی میتوکندریایی (Mass mitochondrial) گفته می شوند.

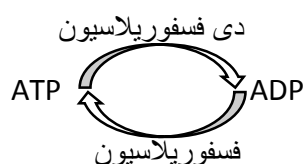
Fission (جدا شدن قطعه): یعنی اینکه می تواند قطعه ای از خود جدا کند.

Fusion (دوباره وصل شدن ، جوش دادن): یعنی این قطعات می توانند مجدداً به هم ملحق شوند.

نکته: DNA میتوکندری نمی تواند کار DNA هسته را انجام دهد.

نکته : ما با دو پدیده ی مهم در فسفوریلاسیون اکسایشی مواجه هستیم .

ما دو نوع فسفوریلاسیون داریم ۱- فسفوریلاسیون اکسایشی ۲- فسفوریلاسیون در سطح سوبسترا



وقتی می گوئیم دی فسفوریلاسیون یعنی یک مولکول فسفر از دست داده و وقتی می گوئیم فسفوریلاسیون یعنی یک مولکول فسفر گرفت.

پس وقتی می گوئیم فسفوریلاسیون اکسایشی یعنی پدیده ی فسفر دار شدن با حضور اکسیژن و این پدیده فقط در میتوکندری صورت می گیرد چون ما در میتوکندری O<sub>2</sub> داریم.

پدیده ی فسفر دار شدن یک مولکول بدون دخالت اکسیژن را فسفودار شدن در سطح سوبسترا می گویند مثل ATP تولیدی در گلیکولیز.

به لحاظ حجمی در بدن فسفوریلاسیون اکسایشی بسیار زیاد و فسفوریلاسیون در سطح سوبسترا خیلی کم داریم به همین دلیل است که بدن ما نمی تواند بدون اکسیژن حتی لحظه ای دوام بیاورد.

میتوکندری از دو جهت ارزشمند است :

۱- ماتریکس که فعل و انفعالات مربوط به چرخه کربس در آن رخ می دهد و هدف چرخه کربس هیدروژنه کردن کوانزیم FAD و NAD و تبدیل آنها به FADH<sub>2</sub> و NADH می باشد.

۲- غشاء داخلی میتوکندری که تمام فعل و انفعالات مربوط به چرخه ی انتقال الکترون در آن رخ می دهد و هدف از چرخه ی انتقال الکترون دهیدروژنه کردن NADH و FADH<sub>2</sub> است و سرانجام این دو مولکول هیدروژن را به معنای کل و الکترونها و پروتونها را در معنای جز از دست داده و NAD و FAD دوباره سازی می شوند.

نکته: به همان اندازه که هیدروژنه کردن مهم است دهیدروژنه کردن هم مهم است تا چرخه ادامه پیدا کند.

Cito skeleton ها یا همان اسکلت های سلولی به ۳ دسته تقسیم می شوند:

۱- میکرو فیلامنتها (اکتین) ۲- فیلامنت های بینابینی (میوزین -خط M- خط Z) ۳- میکروتوبولها (توبولین که در رشته های دراز عصبی مثل آکسونها زیاد می بینیم)

سایتو اسکلتونها دو کار انجام می دهند:

۱- سلول را سر پا نگه می دارند

۲- باعث موتیلیتی (جنبش پذیری) سلول می شوند.

موتیلیتی یعنی اینکه سلول هر تغییر شکلی بدهد این قابلیت را داشته باشد به شکل اول برگردد.

| Cito skeleton         | Diameter(mm) | Protein subunit |
|-----------------------|--------------|-----------------|
| Microfilament         | 7            | Actin           |
| Intermediate filament | 10           | Several protein |
| microtubule           | 25           | Tubulin         |

## فصل چهارم :

حرکت مولکولها از میان غشای سلولی :

۱- انتشار یا (Diffusion) ۲- حمل با واسطه (Mediated transport) ۳- اسمز

حمل با واسطه : هر وقت اسم حمل آمد پس یک ناقل وجود دارد که آن ناقل پروتئین است .

حمل با واسطه به دو دسته تقسیم می شود:

۱- انتشار تسهیل شده (با واسطه) ۲- حمل فعال (Active transport)

در حمل فعال می گوئیم ATP هزینه می شود .

حمل فعال : ۱- حمل فعال اولیه ۲- حمل فعال ثانویه

حمل فعال اولیه انواع زیادی دارد که ۳ تای آنها معروف است:

۱- حمل فعال اولیه ی سدیم – پتاسیم یا پمپ سدیم پتاسیم

۲- حمل فعال اولیه ی هیدروژن یا پمپ هیدروژن

۳- حمل فعال اولیه ی کلسیم یا پمپ کلسیم

حمل فعال ثانویه :

۱- حمل فعال ثانویه ی یک طرفه Cotransport یا symport

۲- حمل فعال ثانویه ی دوطرفه Antiport یا counter transport

وجه اشتراک حمل فعال اولیه و ثانویه در این است که هر دو پروتئین ناقل دارند اما وجه تمایز آنها در این است که در حمل فعال اولیه پروتئین حامل یک جایگاه پیوندی دارد در حالیکه در حمل فعال ثانویه پروتئین حامل دو جایگاه پیوندی دارد .

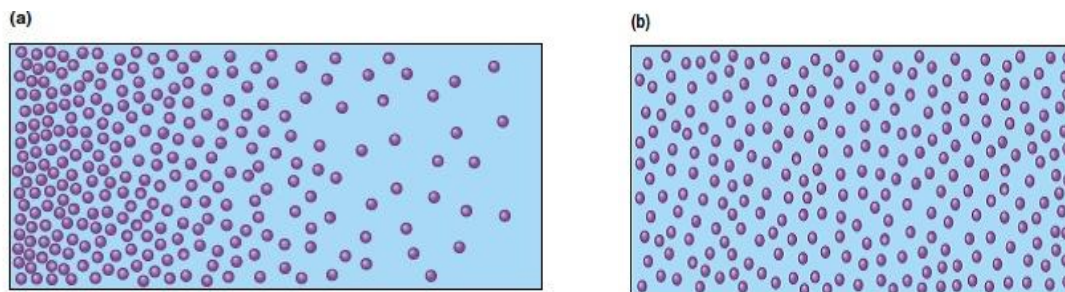
در برخی منابع آندوسیتوز و اگزوسیتوز و حمل اپی تلایل را هم در دسته های جداگانه مطرح کرده اند.

### جلسه هفتم

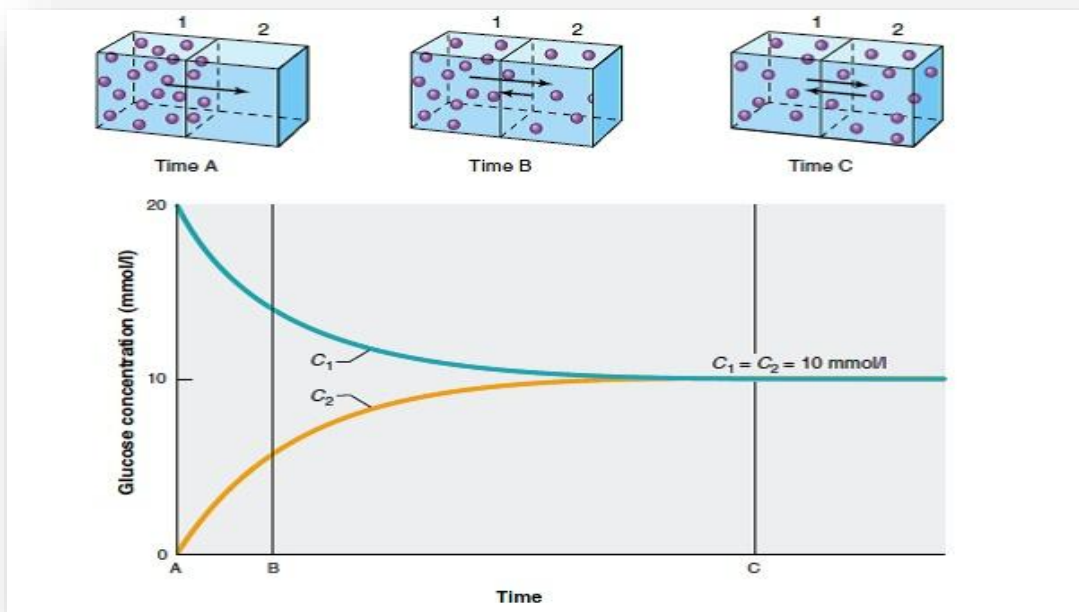
انتشار (diffusion): عبارتست از انتقال ماده ی محلول یا یک گاز از ناحیه ی با غلظت یا فشار بیشتر به ناحیه ی با غلظت یا فشار کمتر.

مهمترین نکته : دلیل انتشار حرکت گرمایی تصادفی مولکولها است که این حرکت باعث می شود آنقدر مولکولها جنبش داشته باشند تا یک محلول به همگونی (uniformity) برسد.

به ازای جابجایی یک مولکول یک مولکول دیگر جابجا می شود.



هرکجا اختلاف غلظت بیشتر سرعت انتشار بیشتر است و همچنانکه غلظت ماده محلول در کل محلول به سوی همگونی می رود از سرعت انتشار ماده محلول کاسته می شود و زمان زیادتری صرف شده تا این ماده در کل محلول به همگونی برسد. (شکل صفحه بعد)



A: هر کجا اختلاف غلظت بیشتر سرعت انتشار بیشتر B حرکت گرمایی تصادفی سبب می شود مولکولها از کمپارتمان ۲ به ۱ نیز جابجا شوند C اندازه دو فلش برابر می شود تا همگونی حاصل شود.

مثال: PO2 در اتمسفر ۱۵۰ و در هوای حبابچه ای ۱۰۲ تا ۱۰۴ ، در خون سرخرگی ۹۵ و در سلول ۳۰ تا ۴۰ است. و PCO2 در داخل سلول ۴۶ و در خون سرخرگی ۴۰ است.

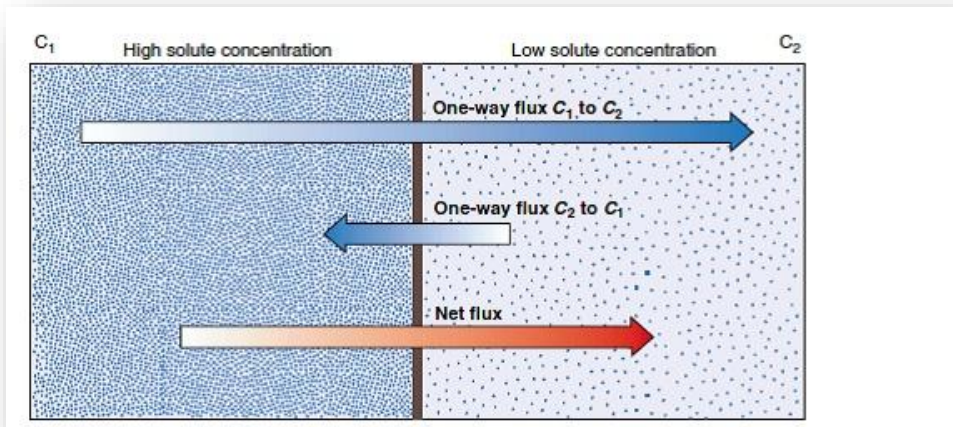
حرکت تصادفی سبب می شود که گاز O2 به هوای حبابچه ای و از هوای حبابچه ای به خون سرخرگی داده شود.  
سوال : دلیل این اختلاف فشارها چیست و چه اتفاقی برای اکسیژن از هوای اتمسفر تا حبابچه ها و خون سرخرگی می افتد؟

از اتمسفر به هوای حبابچه آن بخش از اختلاف اکسیژن تبدیل به بخار آب و از هوای حبابچه به خون سرخرگی آن بخش اکسیژن صرف تنفس می شود .

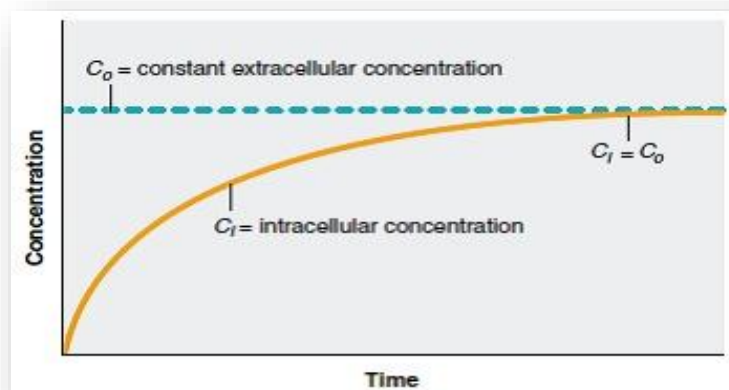
در مورد PCO2 که اختلاف آن در خون سرخرگی و سیاهرگی ۶ است چون بخش ناچیزی از آن توسط هموگلوبین حمل می شود اما بخش اعظم آن توسط یون بیکربنات حمل می شود پس با وجود اختلاف فشار اندک ، اصل حلالیت آن در آب است که چندین برابر O2 بوده پس بلافاصله وارد پلاسما و سپس گلبول قرمز شده تا به کربنیک اسید و نهایتا به یون بیکربنات تبدیل و توسط گلبولهای قرمز از بافت به حبابچه ها حمل شوند.

دو واژه FLOW (جریان یافتن) و FLUX نیز به معنی انتشار می باشند با این تفاوت که FLOW همیشه انتشاری است کلی یا همگانی (در مورد جریان خون هم بکار می رود) اما FLUX یک انتشار خالص است یعنی جابجایی حجم معینی از گاز یا ماده محلول به ازای یک سطح معینی از غشاء در یک واحد زمانی مشخص (در داخل بدن در سطح بافت بطور مشخص).

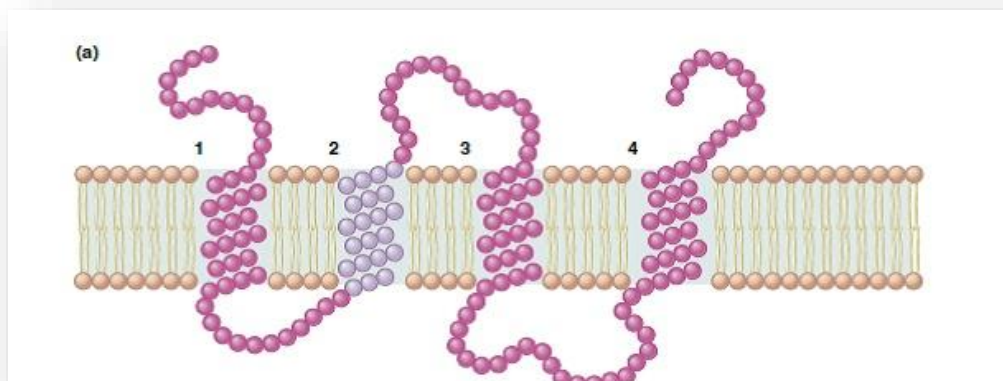
مثال : وقتی O2 با خون حمل می شود می گوئیم دارد جریان پیدا می کند و منتشر می شود (FLOW) ولی وقتی می خواهد در سطح بافت جابجا شود می شود FLUX



NET FLUX انتشار خالص است بعنوان مثال اگر بالایی ۱۰۰ و دومی ۲۵ باشد NET FLUX می شود ۷۵ بنابراین NET FLUX اختلاف بین one-way flux اول و دوم است. پس برای اینکه بین دو کمپارتمان به تعادل برسیم باید ۷۵ مولکول بطور قطع و یقین جابجا شود.



Mediated transport یعنی جابجایی یک ماده محلول به کمک یک عامل واسطه ای و این عامل واسطه ای در غشاها پروتئین های سرتاسری هستند که از یک سوی غشاء به سمت دیگر امتداد یافته اند.

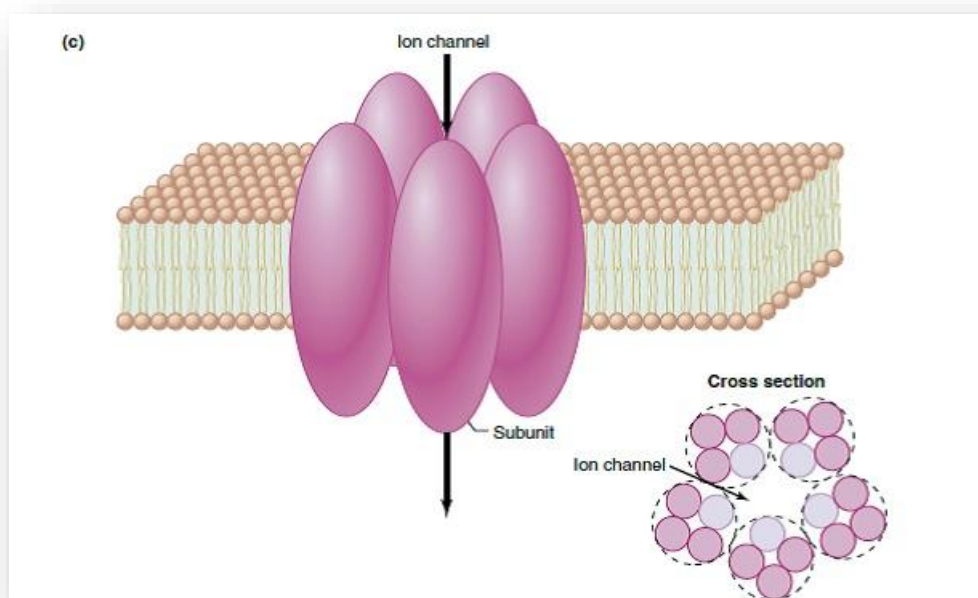
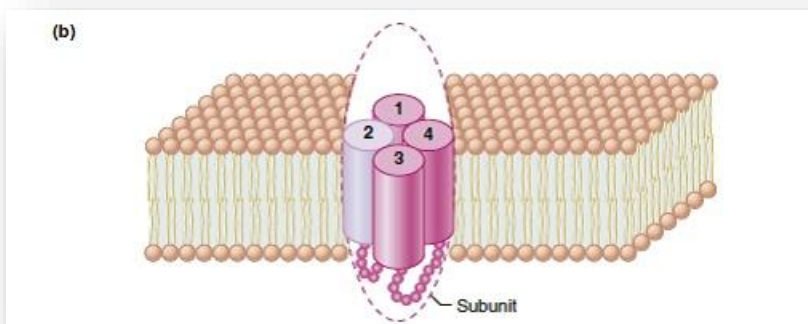


نکته مهم : هر پروتئین دو سر دارد یک سر c-terminal و دیگری n-terminal و بین این دو سر تعداد زیادی اسید آمینه قرار گرفته اند ، سر ابتدایی همیشه C و سر انتهایی N می باشد .

نتیجه: هر پیوند پپتیدی توسط یک سر کربوکسیلی یک اسید آمینه با سر آمینی اسید دیگر بوجود می آید.

نکته ۱: پروتئین های سرتاسری در سرتاسر غشاء پراکنده اند.

نکته ۲: ممکن است دو سر در سوی خارجی ، داخلی یا یک سر داخل و سر دیگر خارج مستقر باشند.



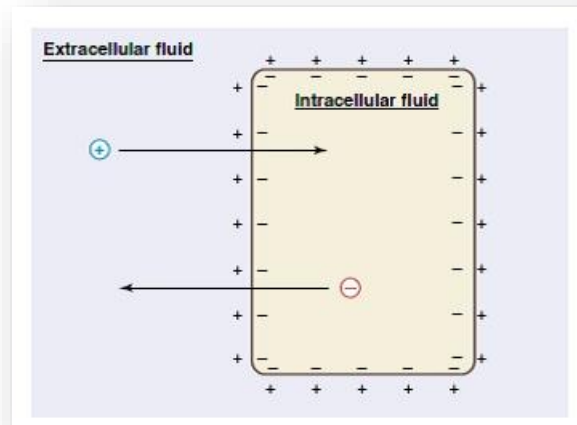
نتیجه :

۱- پروتئین های سرتاسری می توانند کانال تولید کنند ۲- کانالهای پروتئینی در غشاء می توانند باز و بسته شوند ۳- این کانالها می توانند دو جور باز و بسته شوند یک دسته در اثر اختلاف ولتاژ و یک دسته بر اثر لیگاند(حامل شیمیایی خون)

چرا روی ion channel متمرکز شده است؟ چون یونها از مولکولهایی هستند که فقط بر اثر روش کانالی جابجا می شوند.

همیشه دو سوی غشاء یک اختلاف الکتریکی وجود دارد این اختلاف الکتریکی تابعی است از تغییرات یونی در دو سوی غشاء ، همیشه این اختلاف الکتریکی نیرویی تولید می کند که از طریق آن جابجایی یونی بسیار بسیار کنترل شده را داریم . آرایش یونی دو سوی غشاء بطور کلی اینگونه است که غلظت یونهای مثبت در مایع برون سلولی همیشه بیشتر از یونهای مثبت در داخل است پس به همین دلیل خارج غشاء همیشه مثبت است. ( عمدتا سدیم و پتاسیم و

بالاخص سدیم). زمانی که غشاء چنین حالتی دارد حالت آرامش غشاء (resting potential) و وقتی دوپولاریزه می شود نیروهای با بار مثبت بیشتری داخل آمده و در نتیجه داخل موقتی مثبت می شود.

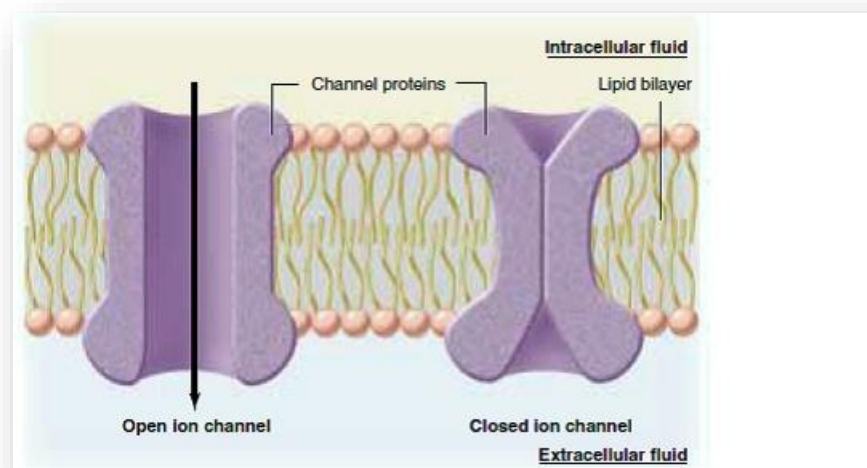


برای مطالعه:

غشاء سالم، موقتی دوپولاریزه می شود پس باید سریع مجدداً رپولاریزه شود. وقتی غشاء سالم باشد یعنی سلول سالم است.  
 ۳ حالت پولاریزه: حالت طبیعی یا resting potential – دی پولاریزه – رپولاریزه.  
 هایپرپلاریزه یعنی هر چه بیشتر منفی تر شدن داخل که از ویژگی سلولهای عصبی است.  
 اگر غشاء را به حالت خود بگذاریم همیشه یونهای مثبت تمایل دارند به داخل بروند.  
 وقتی می خواهیم غشاء به حالت اول برگردد نقش پتاسیم پررنگ تر می شود.

کانالهای یونی وقتی باز می شوند یونها داخل و وقتی بسته شوند یونها داخل گیر میکنند.

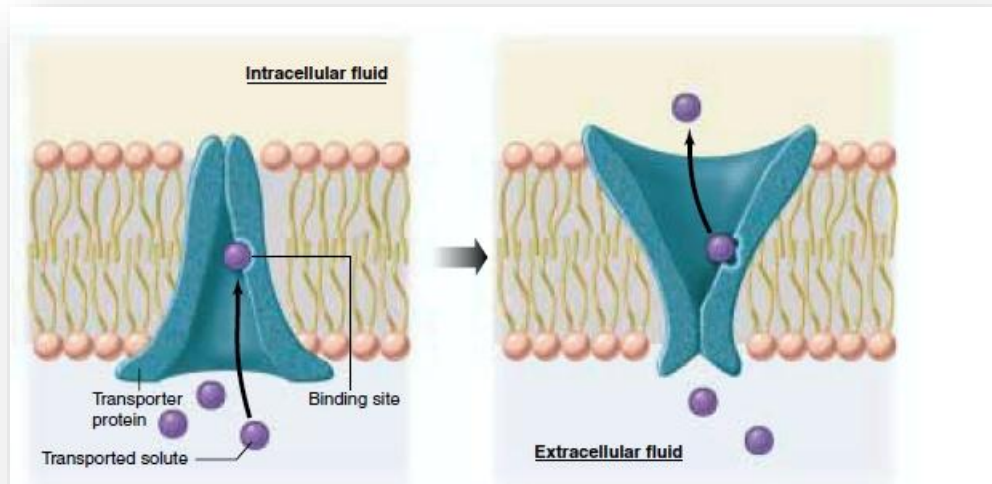
کانالها فقط در جهت انتشار جابجا می کنند و طبق قانون انتشار در اثر حرکت تصادفی مولکولی هم ممکن است چند کانال امکان رجعت داشته باشند اما اختلاف غلظت اصلی متوجه پمپ است پس اگر بخواهیم غشاء به حالت اول برگردد باید پمپها فعال باشند.



نتیجه : کانالهای پروتئینی که بصورت کانالهای یونی عمل می کنند دو شکل بیشتر ندارند یا باز هستند یا بسته و موافق شیب غلظتی عمل می کنند.

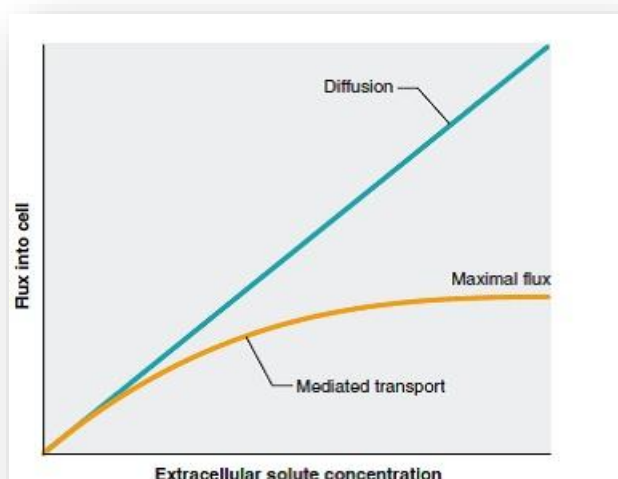
مدل حمل با واسطه (mediated transport) :

شامل سه سازوکار است : ۱- باز شدن دهانه‌ی پروتئین حامل به سوی ماده‌ی محلول ۲- انتقال ماده محلول بر روی جایگاه پیوندی (binding site) ۳- تغییر شکل پروتئین حامل و آزاد شدن محلول



توجه کنید که انتشار تسهیل شده ، حمل فعال اولیه ، حمل فعال ثانویه همگی mediate transport هستند پس هر سه سازوکار در همگی ثابت است اما هر یک به روش خاص.

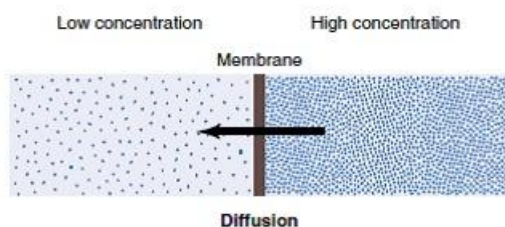
چه تفاوتی بین diffusion و mediated transport وجود دارد؟



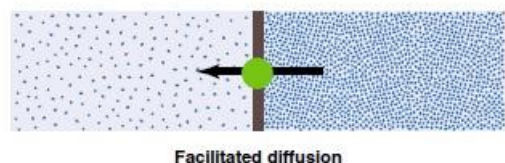
در diffusion هر چقدر غلظت ماده‌ی محلول بیشتر سرعت انتشار آن در ماده‌ی بیشتر اما در mediated transport ما با  $v_{max}$  (سرعت) سرو کار داریم و  $v_{max}$  تابعی است از تعداد جایگاههای پیوندی موجود در پروتئین حامل ، هر گاه این جایگاههای پیوندی در پروتئین حامل تماماً توسط ماده‌ی محلول اشباع شد پس از آن هر چقدر غلظت ماده‌ی محلول افزایش یابد تأثیری بر سرعت انتشار نخواهد داشت.

نتیجه‌ی کلی : سرعت عمل در mediated transport خیلی کند تر از سرعت عمل در diffusion است.

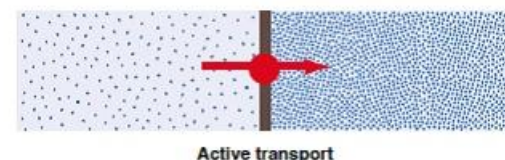
شکل زیر اختلاف بین diffusion و active transport را نشان می دهد:



انتشار تسهیل شده



حمل فعال



### جلسه هشتم

یادآوری: پروتئینهایی در غشاء وجود دارند که کانال می سازند یا می توانند به عنوان یک پروتئین حامل عمل کنند . تفاوت آنهایی که کانال می سازند این است که اشباع پذیری ندارند چون آنها باید جایگاه داشته باشند و جایگاه ماده محلول را می گیرد و ماده ی محلول هم در واقع اشباع می شود چون تعداد جایگاههای روی پروتئین حامل محدود است حمل فعال خود ۲ تا است:

#### ۱- انتشار تسهیل شده (facilitated diffusion) ۲- حمل فعال (active transport)

انتشار تسهیل شده پروتئین حاملی است که در جهت موافق شیب حرکت می کند.

#### حمل فعال شامل حمل فعال اولیه (primary active transport) ۲- حمل فعال ثانویه (secondary active transport)

**حمل فعال اولیه:** روشی است برای انتقال یک ماده ی محلول توسط یک پروتئین حامل و برخلاف شیب غلظتی.

حمل فعال اولیه نیز از ۳ سازوکار اصلی تبعیت می کند.

۱- برای رخداد حمل فعال اولیه لازم است ATP تجزیه شود و جایگاه ATP در مایع درون سلولی است

(( میزان غلظت ATP همیشه در مایع برون سلولی صفر و در مایع درون سلولی معادل ۴ میلی مول است ))

مهم ترین نکته: ATP همیشه در مایع درون سلولی تجزیه می شود و از پیش برای فسفوریله شدن پروتئین حامل استفاده می شود به عبارت دیگر فسفوریله شدن و دفسفوریله شدن پروتئین حامل.

۲- بر اثر تجزیه ATP و فسفوریله شدن پروتئین حامل ، میل ترکیبی جایگاه پیوندی (binding site) نسبت به ماده ی محلول افزایش می یابد.

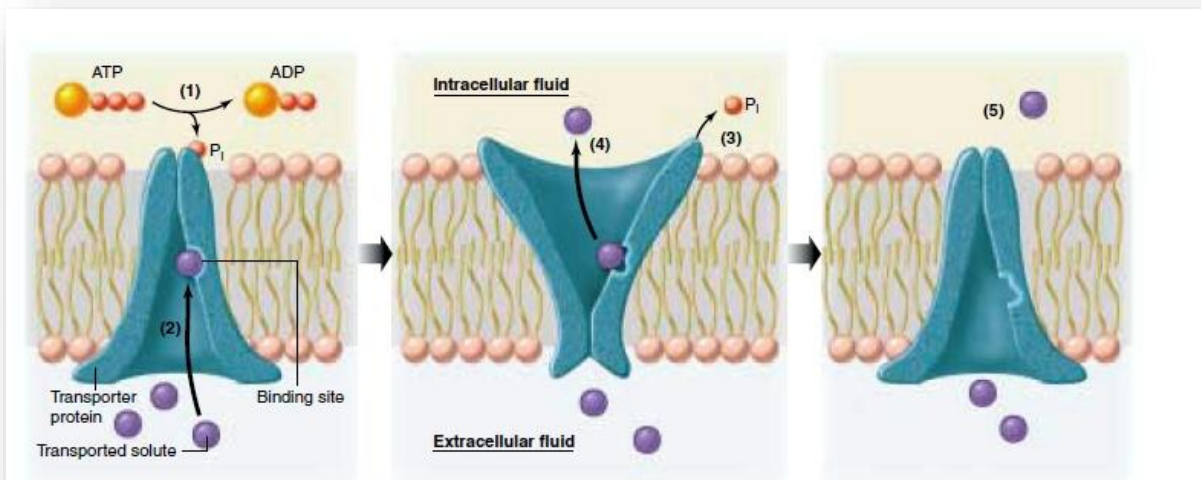
۳- در نتیجه علی رغم غلظت کم ماده ی محلول در آن سو، جاذبه ی شدید جایگاه پیوندی ماده ی محلول را در جایگاه مستقر می کند.

۴- به محض رخداد ، تغییر شکل پروتئین حامل را داریم.

۵- به محض این اتفاق اولین رخدادی که شکل می گیرد پروتئین حامل دفسفوریله می شود ، در نتیجه میل ترکیبی اش به ماده ی محلول کاهش می یابد .

۶- علی رغم غلظت زیاد ماده ی محلول در آن سو از آنجاییکه میل ترکیبی کم شده خودبخود ماده ی محلول به آن سو روانه می شود.

نتیجه: ATP هزینه می کنیم اما در حمل فعال اولیه نیاز به تغییر میل ترکیبی (affinity) داریم که این میل ترکیبی را فسفریله شدن و دفسفریله شدن فراهم می کنند.



عمدتا حمل فعال اولیه طراحی شده است برای جابجایی یونها ، در اصل برای بازگرداندن غلظت یونها به حالت تعادلشان نه برابری.

پس در رابطه با یونها کانالها همیشه موافق شیب غلظتی عمل می کنند اما حمل فعال اولیه مخالف شیب عمل می کند و این باعث می شود که یونها به غلظت های اولیه شان برگردند.

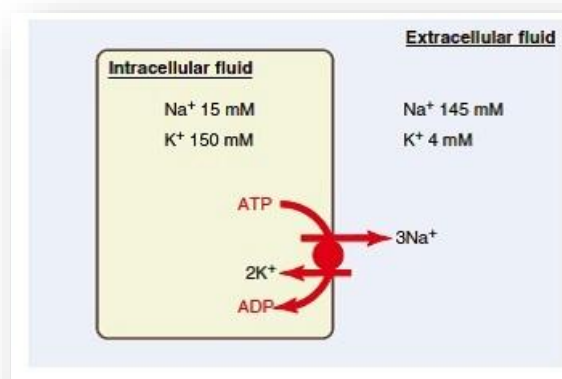
بطور کلی ۳ حمل فعال اولیه داریم که مهم اند:

۱- حمل فعال اولیه سدیم - پتاسیم (پمپ سدیم - پتاسیم)  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$

۲- حمل فعال اولیه کلسیم (پمپ کلسیم)  $\text{Ca}^{2+} - \text{ATPase}$

۳- حمل فعال اولیه هیدروژن (پمپ هیدروژن)  $\text{H}^+ - \text{ATPase}$

برخی پمپ ها دوکاره اند مثل پمپ سدیم - پتاسیم و انتظار می رود در هر بار عملکرد این پمپ ۵ یون جابجا شود یکبار فسفریله می شود و یکبار دفسفریله اما همزمان ۵ یون را در خلاف شیب غلظتی جابجا می کند.



بطور کلی در داخل همیشه منفی و در خارج همیشه مثبت است (در شرایط ریولاریزه) و وقتی دوپولاریزه می شود دوباره آن نقطه فقط منفی می شود و پمپ دوباره تعادل را برقرار می کند .

اگر پمپها عمل نکنند نکند دی پلاریزاسیون و ریپلاریزاسیون غشاء سلولی به هم می ریزد.

حمل فعال اولیه در جهت پمپی عمل می کند.

**حمل فعال ثانویه (secondary active transport):**

۳ ساز و کار معمل در اینجا هم حاکم است.

مهمترین سوال در رابطه با حمل ثانویه چه عاملی باعث افزایش و کاهش affinity می شود؟

در حمل فعال ثانویه این غلظت یون سدیم است که باعث افزایش و کاهش میل ترکیبی جایگاه پیوندی نسبت به محلول می شود.

نکته ۱: پروتئین های حامل در حمل فعال ثانویه به گونه ای متفاوت از پروتئین های حامل در حمل فعال اولیه عمل می کنند .

نکته ۲: در حمل فعال اولیه پروتئین حامل ۱ جایگاه پیوندی اما در حمل فعال ثانویه پروتئین حامل ۲ جایگاه پیوندی دارد .

نکته مهم تر: یکی از این جایگاههای پیوندی همیشه اختصاص به یون اما جایگاه دیگر می تواند اختصاص به یون یا مادهی دیگری داشته باشد.

حمل فعال ثانویه همیشه مستلزم رخداد حمل فعال اولیه است .

یونی که نوعا در حمل فعال ثانویه بکار گرفته می شود یون سدیم است چون متداولترین یون در آرایش دو سوی غشاء است .

مراحل حمل فعال ثانویه:

۱- حمل فعال اولیه رخ می دهد (در ارتباط با یون سدیم) انباشت یون سدیم در خارج افزایش پیدا می کند در نتیجه به محض باز شدن در بچه ی پروتئین حامل به علت اختلاف زیاد غلظت یونی بلافاصله یون متداول در جایگاه پیوندی اش در پروتئین حامل مستقر می شود.

۲- به محض نشستن یون سدیم در جایگاهش میل ترکیبی جایگاه پیوندی ویژه ی مادهی محلول به مادهی محلول افزایش پیدا می کند.

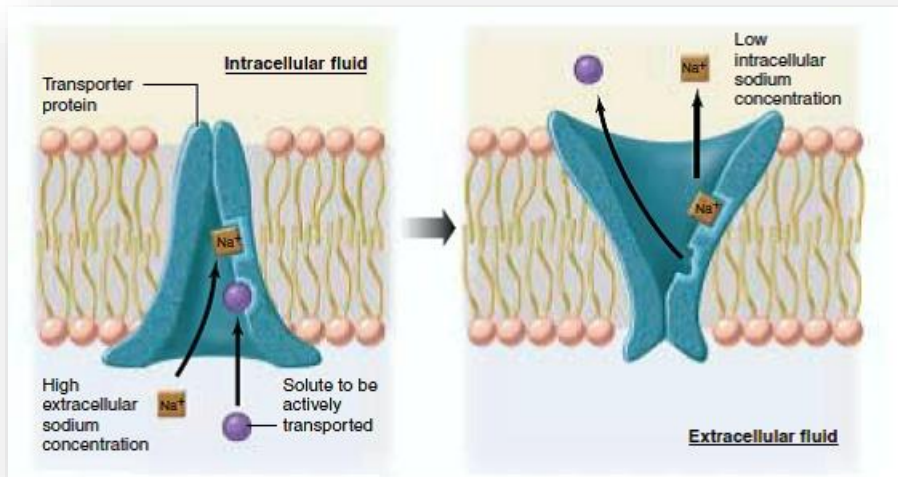
۳- در نتیجه علی رغم غلظت کم مادهی محلول در آن سو زمینه ی استقرار مادهی محلول در جایگاه پیوندی اش فراهم می شود.

۴- بلافاصله تغییر شکل پروتئین حامل

۵- اولین اختلاف غلظت یون سدیم (غلظت یون سدیم در داخل کم است) سبب جدا شدن خودبخودی یون سدیم از جایگاه پیوندی اش و انتشار آن به آن سوی می شود.

۶- میل ترکیبی پروتئین حامل نسبت به مادهی محلول بدین ترتیب کاهش پیدا می کند.

۷- علی رغم غلظت مادهی محلول در آن سو مادهی محلول خودبخود روانه ی آن سو می شود.



نتیجه گیری: این غلظت یون سدیم است که باعث تغییر میل ترکیبی پروتئین حامل در حمل فعال ثانویه می شود.

درست است که دو جایگاه پیوندی دارد اما یک جایگاهش همیشه تابعی از قانون انتشار است یعنی اول باید بر اساس پدیده‌ی انتشار سدیم در جایگاهش قرار گیرد و سپس ماده‌ی محلول در جایگاهش قرار بگیرد. عبارتی اول نشستن یون سدیم در جایگاه پیوندی‌اش و سپس نشستن ماده‌ی محلول در جایگاهش را داریم.

در حمل فعال اولیه این عامل P ناشی از تجزیه ATP است که باعث افزایش و کاهش میل ترکیبی پروتئین حامل می‌شود ولی در حمل فعال ثانویه این غلظت یون سدیم است که باعث افزایش و کاهش میل ترکیبی می‌شود.

حمل فعال ثانویه بطور کلی به دو دسته تقسیم می شود:

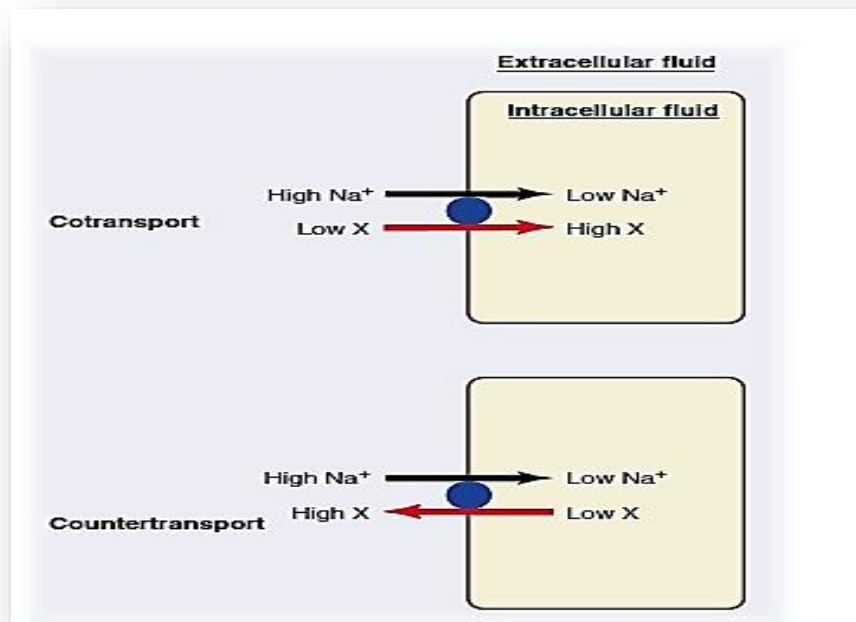
۱- هم انتقالی (Cotransport) ۲- غیر هم انتقالی یا ضد انتقال (counter transport)

**Cotransport:** یعنی عملیاتی که منجر به جابجایی ماده‌ی محلول به روش حمل فعال ثانویه از یک ناحیه‌ی با غلظت کم به ناحیه‌ی با غلظت زیاد می شود. یعنی یون و ماده‌ی محلول از یک سو به سوی دیگر منتقل می‌شوند.

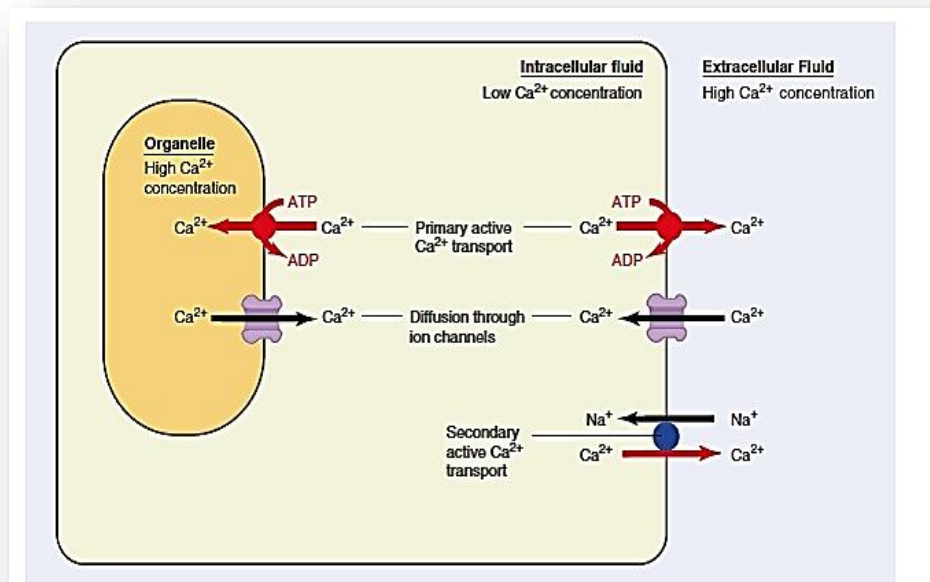
در **counter transport** نکته‌ی مهم اینجاست که جابجایی یون سدیم از خارج به داخل و جابجایی ماده‌ی محلول از داخل به خارج است .

**شباهت:** در هر دو سدیم از ناحیه‌ی با غلظت زیاد به ناحیه‌ی با غلظت کم جابجا می‌شود.

**تفاوت:** تنها نقطه‌ی تفاوت در این دو در جابجایی ماده‌ی محلول است که در **Cotransport** عملیات همسو با عملیات یونی و در **counter transport** در تضاد با عملیات یونی است.



شکل زیر وضعیت جابجایی یون کلسیم را نشان می دهد

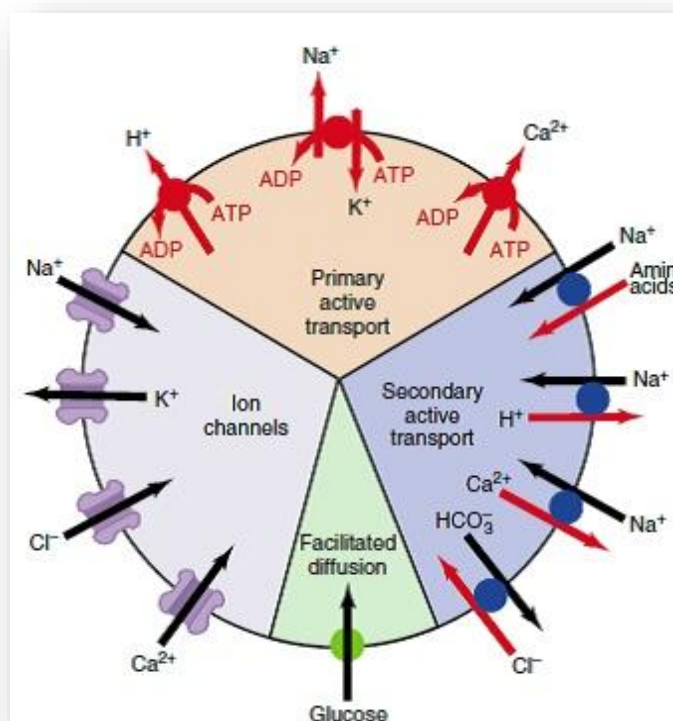


جدول زیر به خوبی غلظت ماده محلول در مایع درون سلولی و برون سلولی را نشان می دهد. جهت شیب همیشه از ناحیهی با غلظت بالا به سمت ناحیهی با غلظت پایین است.

|                               | Extracellular Concentration, mM | Intracellular Concentration,* mM |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Na <sup>+</sup>               | 145                             | 15                               |
| K <sup>+</sup>                | 4                               | 150                              |
| Ca <sup>2+</sup>              | 1                               | 1.5                              |
| Mg <sup>2+</sup>              | 1.5                             | 12                               |
| Cl <sup>-</sup>               | 110                             | 10                               |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 24                              | 10                               |
| P <sub>i</sub>                | 2                               | 40                               |
| Amino acids                   | 2                               | 8                                |
| Glucose                       | 5.6                             | 1                                |
| ATP                           | 0                               | 4                                |
| Protein                       | 0.2                             | 4                                |

نکته: مادهی محلول یون هم می تواند باشد.

شکل زیر کانالهای یونی را نشان می دهد که به پروتئین نیاز دارند. جهت فلش جهت انتشار را نشان می دهد.



نکته ۱: facilitated diffusion پروتئین حامل دارد - پروتئین حامل ان پمپی عمل نکرده و نیازی به ATP ندارد و موافق شیب غلظتی عمل می کند. (گلوکز بوسیله پروتئین حامل و موافق شیب غلظتی جابجا می شود).

نکته ۲: primary active transport پمپها را نشان می دهد پروتئین حامل دارد و نیاز به ATP دارد.

پمپ در دیوارهی میتوکندریایی اهمیت بیشتری دارد تا در غشاء پلاسمایی.

پمپها ممکن است بر روی غشاء پلاسمایی عمل کنند یا بر روی غشاء اندامکی.

نکته ۳: در secondary active transport اسیدهای آمینه به روش هم انتقالی از خارج به داخل می آیند و پروتئین حامل آن با ATP سروکار ندارد.

نکته ۴: یون  $H^+$  هم به روش پمپی (در primary active transport) و هم به روش غیر هم انتقالی (در secondary active transport) به خارج رانده می شود که در هردو یون آن سدیم است. پس معلوم می شود که ماده‌ی محلول می تواند یک یون باشد.

نکته ۵: یون کلسیم می تواند به روش حمل فعال ثانویه از داخل به خارج انتقال یابد.

نکته ۶: کلر می تواند به روش حمل فعال ثانویه اما از طریق counter transport جابجا شود. یونی که باعث تغییر میل ترکیبی می شود یون بیکربنات است.

بنابراین بجز یون سدیم این یون بیکربنات است که می تواند در حمل فعال ثانویه باعث تغییر میل ترکیبی پروتئین حامل شود.

چند نکته:

۱- بجز یون سدیم یون دیگری که حمل فعال ثانویه را امکان پذیر می سازد یون بیکربنات است. یون سدیم متداولترین یون (یون غالب) و یون بیکربنات یون غیر متداول (غیر غالب) است.

۲- همیشه در حمل فعال ثانویه در گام اول یون ما باید موافق شیب جابجا شود.

جدول زیر ویژگیهای اصلی مسیرهایی که از طریق آن مواد از میان غشاء ردوبدل می شوند را نشان می دهد.

بطور کلی این مسیرها به دو بخش diffusion و mediated transport تقسیم می شوند.

دیفوزن خود شامل دو طبقه است: ۱- دیفوژنی که از طریق بخش دولایه‌ی چربی انجام می شود ۲- دیفوژنی که از طریق کانالهای پروتئینی انجام می شود

Mediated transport شامل انتشار تسهیل شده - حمل فعال اولیه و حمل فعال ثانویه می شود.

TABLE 6-2 Major Characteristics of Pathways by which Substances Cross Membranes

|                                                 | DIFFUSION                              |                                  | MEDIATED TRANSPORT        |                                          |                                        |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                 | Through Lipid Bilayer                  | Through Protein Channel          | Facilitated Diffusion     | Primary Active Transport                 | Secondary Active Transport             |
| Direction of net flux                           | High to low concentration              | High to low concentration        | High to low concentration | Low to high concentration                | Low to high concentration              |
| Equilibrium or steady state                     | $C_o = C_i$                            | $C_o = C_i^*$                    | $C_o = C_i$               | $C_o \neq C_i$                           | $C_o \neq C_i$                         |
| Use of integral membrane protein                | No                                     | Yes                              | Yes                       | Yes                                      | Yes                                    |
| Maximal flux at high concentration (saturation) | No                                     | No                               | Yes                       | Yes                                      | Yes                                    |
| Chemical specificity                            | No                                     | Yes                              | Yes                       | Yes                                      | Yes                                    |
| Use of energy and source                        | No                                     | No                               | No                        | Yes: ATP                                 | Yes: ion gradient (often Na)           |
| Typical molecules using pathway                 | Nonpolar: $O_2$ , $CO_2$ , fatty acids | Ions: $Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{2+}$ | Polar: glucose            | Ions: $Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{2+}$ , $H^+$ | Polar: amino acids, glucose, some ions |

جهت انتشار خالص را نشان می دهد

تعادل یا حالت یکنواختی

استفاده از پروتئین های سرتاسری

آیا پدیده اشباع دارند

ویژگی شیمیایی (آیا بایک ماده خاص سروکار دارند)

استفاده از ATP و منابع دیگر

مولکولهایی که نوعاً این مسیرها جابجا می کنند

\*In the presence of a membrane potential, the intracellular and extracellular ion concentrations will not be equal at equilibrium.

نکته ۱: در هر دو روش دیفوژن و انتشار تسهیل شده جهت انتشار خالص از ناحیه‌ی با غلظت بالا به ناحیه‌ی با غلظت پایین است اما در حمل فعال اولیه و ثانویه جهت انتشار خالص از ناحیه‌ی با غلظت پایین به ناحیه‌ی با غلظت بالا است.

نکته ۲: در هر دو روش دیفوژن و انتشار تسهیل شده تعادل در ناحیه‌ی های غلظتی برقرار می‌شود اما در حمل فعال اولیه و ثانویه تعادل برقرار نمی‌شود.

نکته ۳: به استثناء غشاهای دولایه‌ی چربی که پروتئین ندارند بقیه همه پروتئین سرتاسری دارند.

نکته ۴: آنهایی به پدیده‌ی اشباع می‌رسند که جایگاه پیوندی بر روی پروتئین حامل دارن (Mediated transport) و آنهایی که بصورت انتشار جابجا می‌شوند جایگاه پیوندی ندارند پس اشباع نمی‌شوند.

نکته ۵: در انتشار از طریق لایه‌ی های چربی به دلیل اینکه مولکولهای غیر قطبی را جابجا می‌کنند ویژگی شیمیایی ندارند اما بقیه ویژگی شیمیایی دارند.

نکته ۶: هر دو روش دیفوژن چون در جهت انتشار انجام می‌شوند از ATP استفاده نمی‌کنند. و انتشار تسهیل شده نیز چون موافق شیب انجام می‌شود از ATP استفاده نمی‌کند.

اسمز: حرکت آب از ناحیه‌ی رقیق به ناحیه‌ی غلیظ را گویند.

اسمز زمانی رخ می‌دهد که امکان تعادل تعادل شیمیایی بین دو سوی غشاء از طرق دیگر امکان پذیر نباشد.

غشاء در شرایط خاص ممکن است به یک ماده‌ی محلول نفوذ پذیر باشد پس در این صورت ۱- به تعادل نیاز داریم ۲- نیاز به عاملی داریم که به ما کمک کند و آن عامل فقط جابجایی آب است.

آب هم خودش می‌تواند به روش انتشار جابجا شود و هم می‌تواند تجزیه شود.

یک لیتر آب معادل ۱۰۰۰ میلی لیتر و وزن مولکولی آن ۱۸ است بنابراین مولاریته آب برابر ۵۵.۵ است.

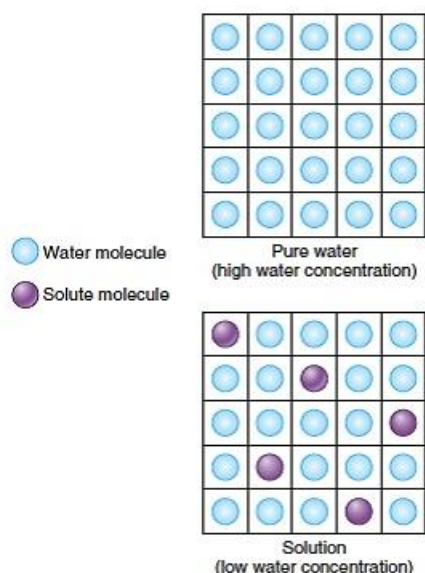
$$\frac{1000}{18} = 55.5$$

برای اینکه اسمز را بشناسیم اول باید این را متوجه شویم که ۱ لیتر آب خالص معادل ۵۵.۵ ذره است.

محلول عبارتست از یک مایعی که دست کم یک ذره‌ی محلول دارد.

ذراتی را که به آب خالص اضافه می‌شوند را اسمولاریته محلول گویند.

نکته: به ازای هر ذره‌ی ای که به آب خالص وارد می‌شود یک ذره‌ی آب خارج می‌گردد به عبارتی به ازای هر ذره‌ی ای که وارد میشود از مولاریته کاسته و به اسمولاریته افزوده می‌شود.



مثال ۱: اگر به یک لیتر آب خالص ۵ واحد گلوکز و ۲ واحد اسید آمینه اضافه کنیم مولاریته و اسمولاریته محلول چند می شود؟

$$\text{اسمولاریته محلول} \quad 5+2=7$$

$$\text{مولاریته محلول} \quad 55.5-7=48.5$$

مثال ۲: اگر به یک لیتر آب خالص ۳ مولکول اسید آمینه و ۴ مولکول گلوکز و ۲ مولکول NaCl اضافه کنیم مطلوب است محاسبه‌ی مولاریته و اسمولاریته‌ی محلول.

نکته: هرگاه مولکولی را استفاده کردیم که در آب قابل یونیزه باشد به تعداد ذرات یونیزه شده بر اسمولاریته افزوده می شود پس NaCl خود به دو ذره و چون دو مولکول است در مجموع ۴ ذره می شود.

$$\text{اسمولاریته} \quad 3+4+4=11$$

$$\text{مولاریته} \quad 55.5-11=44.5$$

مثال ۳: محلولی داریم معادل ۴۵.۵ مولاریته ۶ واحد  $\text{MgCl}_2$  و ۲ مولکول گلوکز به آن اضافه می کنیم مطلوب است محاسبه‌ی مولاریته و اسمولاریته‌ی محلول.

توجه داشته باشید وقتی می گوید محلولی داریم یعنی از قبل ذراتی در آن حل شده پس دارای مقداری اسمولاریته است که در هنگام محاسبه باید منظور شود.

$$\text{اسمولاریته اولیه محلول} \quad 10 \text{ و تعداد ذرات جدید} \quad 18+2=20$$

$$\text{اسمولاریته‌ی محلول} \quad 20+10=30$$

$$\text{مولاریته} \quad 45.5-20=25.5 \quad \text{یا} \quad 55.5-30=25.5$$

هرگاه تعداد ذره های ماده‌ی محلول در یک محلول بیشتر غلظت آن ماده‌ی محلول بیشتر در نتیجه اسمولاریته‌ی آن ماده‌ی محلول بیشتر برعکس هر چقدر تعداد ذره های ماده‌ی محلول در یک محلول کاسته شود از غلظت آن ماده‌ی محلول کم می‌شود.

برای مطالعه: تفاوت اسمولاریته و اسمولالیت

ما اسمولاریته را همیشه در جاهایی داریم که در محیط های Bio از آن بحث می‌شود اما اسمولالیت یعنی اینکه ما می توانیم ماده را به آزمایشگاه برده و از حالت یونی خارج کرده و به حالت عنصری تبدیل کنیم.

نتیجه: ماده‌ی محلول تعیین کننده‌ی اسمولاریته‌ی یک محلول است و اما ما در بدنمان هیچگاه آب خالص نداریم پس ما در بدن با محلولها سروکار داریم.