

## فیزیولوژی

## چگونگی ترشح پیشاب و بررسی اعمال کرده

نگارش

دکتر ابوالقاسم پزشکیان

دانشیار کسری فیزیولوژی در دانشکده پزشکی

بیش از نیم قرن است که این موضوع تحت مطالعه علمای فیزیولوژی میباشد و کمتر مبحثی در فیزیولوژی توانسته است باین اندازه اسرار طبیعت را در مقابل کوشش وجد و جهد دانشمندان همچنان نهفته نگاه دارد علت آنکه راجع بسایر غدد با اشکالات کمتری مواجه میشویم اینستکه در غدد دیگر مثلاً غدد دستگاه گوارشی و یا غددیکه ترشح داخلی دارند نکات دیگری بیشتر مورد توجه ماست مثلاً میخواهیم بدانیم غده لوزالمعده چه موادی داخل روده و یا در خون ترشح مینماید و هر کدام از این ترشحات در بدن دارای چه عملی است در صورتیکه در مورد کلیه این دو موضوع از دیر زمانی برای ما روشن است یعنی مقصود ما پی بردن بترکیب شیمیائی پیشاب و عمل آن در بدن نیست بلکه مطلبی که در اینجا بیشتر نظر علماء را بخود متوجه میکند همان چگونگی ترشح پیشاب میباشد که در سایر غدد ابداء مورد مطالعه واقع نمیشود یعنی هیچگاه از خود سؤال نمیکنیم که ترشح انسولین از لوزالمعده چگونه صورت میگیرد.

اگر کرده را بمنزله صافی بدانیم که آب و مواد محلول در پلاسما را از خود عبور میدهد مسئله فوراً حل میشود ولی امروزه بخوبی میدانیم که کلیه این مواد را بطور یکسان و با غلظت مساوی پلاسما از خود عبور نمیدهد. حتی از دفع بعضی مانند قند کاملاً جلوگیری میکند لذا مجبوریم برای بافت کلیوی فعالیت بخصوصی قائل شویم و در اینجا بامسئله پیچیده دیگری مواجه می شویم که عبارت از چگونگی جذب و دفع سلولی است که تا بحال حل نشده و معمولاً برای بیان آن متوسل «بقوه حیاتی سلول» شده و باین وسیله باین کلمه خالی از معنی عدم اطلاع خود را راجع بقوانین فیزیکیوشیمیائی این دو عمل میپوشانیم ولی قبل از حل این مسئله باید ببینیم مواد مشکله پیشاب از

کدام ناحیه کلیه ترشح میشود و عمل گلو مریول و لوله های پیچیده را تعیین نمائیم راجع باین قسمت چند فرضیه موجود است که از همه مهمتر فرضیه بومن<sup>(۱)</sup> و فرضیه لودویگ<sup>(۲)</sup> می باشد.

در کتب فرانسه تا ۱۹۳۷ بیشتر فرضیه اول مورد قبول بود و با آنکه فرضیه لودویگ نیز بسیار قدیمی است در اطراف آن چندان گفتگو نمیشود در صورتیکه تجربیات چند ساله اخیر تماماً با این فرضیه وفق داده و صحت آن کاملاً ثابت شده است و آزمایشهایی نیز برای بررسی اعمال کلیه از این لحاظ نموده اند که ممکن است از نظر بالینی طرز عمل گلو مریول و لوله های پیچیده را نزد بیمار جداگانه تحت مطالعه قرار داد در صورتیکه آزمایشهای متداول دیگر مانند تعیین مقدار اوره خون و ضریب آمبار و یا چگونگی دفع مواد رنگی بتوسط کلیه و غیره فقط اختلالات عمل کلیه را بطور کلی بجا نشان میدهند و هیچکدام معلوم نمیکند که این اختلالات در نتیجه آزار گلو مریول تولید شده و یا در نتیجه بدی عمل لوله های پیچیده میباشد همچنین سندر مهای بالینی که در نروپاتی ها<sup>(۳)</sup> در درد شناسی شرح میدادند چون فرضیه بومن را در نظر میگرفتند اغلب با آزمایشهای آسیب شناسی وفق نمیداد در صورتیکه حالیه تطابق ایندو بایکدیگر خوددلیلی بر له فرضیه لودویگ میباشد.

لذا با درج این مختصر که نتیجه مطالعات این جانب در موضوع مزبور است نظر استادان بالینی را متوجه این نکات تازه مینمایم شاید برق اندیشه جستن نموده و بعضی از زوایای تاریک این موضوع را روشن کند زیرا چنانچه کلد برناو میگوید «ما بیش از آنچه میدانیم میتوانیم»<sup>(۴)</sup>

حال برای روشن شدن مطلب ابتدا دو فرضیه بالا را شرح داده و چند تجربه مهم را نیز ذکر مینمائیم:

فرضیه بومن - این فرضیه که بفرضیه ترشچی<sup>(۵)</sup> نیز معروف است و تجربیات هیدنهن<sup>(۶)</sup> از آن پشتیبانی میکند عبارت از اینست که آب و قسمتی از املاح مانند نمک بتوسط گلو مریول ترشح میشود و بعد اسولهای لوله های پیچیده و حلقه هنله سایر اجزاء پشاب را ترشح مینماید (مانند اوره - اسید اوریک - پیکمانها - همو گلوبین و جزء اعظم املاح و مقدار خیلی کم آب) بطور خلاصه گلو مریول مایع رقیقی شبیه بلنفی که فاقد آلبومین

۱—Bowomann ۲—Ludwig ۳—nephropathie ۴—Nous pouvons plus que nous ne savons ۵—théorie sécrétoire ۶—Heidenhain

است ترشح مینماید و بعداً در موقع عبور از لوله‌ها بعضی مواد مانند اوره، اسیداوریک و املاح بآن اضافه شده و ترکیب ادرار کامل میشود.

فرضیه لودویک. این فرضیه که بتوسط لودویک فیزیولوژیست آلمانی در سال ۱۸۸۴ وضع شده میگوید مقدار زیادی آب و مواد محلول پلاسما بجز مواد سفیده در قسمت گلو مریول همچنانکه از صافی عبور کنند بداخل کپسول بومن نفوذ کرده و در ناحیه لوله‌ها مقدار زیادی آب و کمی از مواد محلول بواسطه خاصیت دیفوزیون (۱) مجدداً بداخل خون بر میگردد و چون قابلیت نفوذ مواد بایکدیگر متفاوت است لذا بعضی مانند نمک بخوبی از جدار لوله‌ها عبور نموده و مقدار آن در ادرار کم و بعضی دیگر چون بخوبی عبور نمیکنند بمقدار بیشتری در پیشاب دفع میشوند.

چنانچه دیده میشود در این فرضیه بهیچوجه فعالیتی برای بافت گرده قائل نشده و فقط دو قوه فیزیکی در نظر گرفته میشود:

۱- فشار خون که باعث عبور آب و املاح از جدار نازک عروق گلو مریول می‌شود.

۲- فشار اسمزی مواد محلول که باعث دیفوزیون و رجعت آنها بمقدار زیادی آب بداخل خون میشود. فرضیه لودویک باینصورت ابدأ قابل قبول نیست زیرا مطابق قانون اسمز آب همیشه از محلول رقیق بطرف محلول غلیظ میرود و بالعکس مواد متبلور از غشاء قابل نفوذ عبور نموده و از طرف محلول غلیظ وارد محلول رقیقتر میشوند بدین ترتیب بهیچوجه نمیتوان تصور نمود که آب در لوله‌ها از ادرار که محلول غلیظ تر است بطرف خون که رقیقتر است برود و اگر دقیق شویم می‌بینیم بهیچوجه ممکن نیست پیشاب با غلظتی بیش از پلاسما دفع شود. بهمین جهت کوشنی (۲) در ۱۹۱۷ با جزئی تغییر این فرضیه را تکمیل نمود و بهمین جهت آنرا فرضیه لودویک کوشنی یا فرضیه «فیلتراسیون-رآبسور پسیون» (۳) نیز نامند.

فرضیه کوشنی-جدار آوندهای گلو مریول فقط نسبت بآب و مواد متبلور قابل نفوذ بوده و نسبت بمواد پروتئینی غیر قابل نفوذ میباشد فشار خون در این آوندها چون بیش از فشار اسمزی مواد سفیده است لذا آب و مواد محلول بصورت ترانسودائی (۴) وارد کپسول بومن شده و ادرار اولیه را تشکیل میدهند که دارای ترکیب اولترا فیلترای (۵)

پلاسمایباید - این مایع وارد لوله های پیچیده شده و در آنجا تغییرات مهمی پیدا میکند یعنی سلولهای جدار لوله ها مقدار زیادی آب و نمک و تمام گلوکز آنرا جذب، مینماید و مواد زائد را مانند اوره و اسید اوریک بجای خود باقی میگذازند. این عمل که ناشی از فعالیت بافتی است مقداری انرژی مصرف مینماید که محاسبه آن از روی تفاوت غلظت اولترافیلتر و ادرار ممکن است.

بدین ترتیب کوششی در تولید ادرار ابدأ کیفیت ترشح، رادخال نمیدهد و در عمل جذبی که در لوله ها انجام میگردد بعقیده کوششی انتخابی در مواد مفید و مضر صورت نمیگیرد بلکه این انتخاب ظاهری و در نتیجه اینست که سلولهای جدار لوله ها همیشه مایعی با ترکیب ثابت و شبیه بمایع لوک<sup>(۱)</sup> جذب مینمایند که آنرا کوشنی مایع مساعد<sup>(۲)</sup> نامیده و اگر این فرض را قبول کنیم مسئله حد دفع یا سوی<sup>(۳)</sup> نیز که اغلب در چگونگی عمل کلیه مورد بحث است حل میشود یعنی حد دفع مواد درست مقداری است که مواد در مایع مساعد موجودند و هرگاه مقدار آنها در پلاسمای و بالنتیجه در اولترافیلتر از این حد تجاوز نماید این مواد بتوسط لوله ها جذب نشده و بتوسط ادرار دفع می شوند. ولی بعضی تجربیات این مسئله را رد نموده و خود کوشنی نیز بعداً ثابت بودن این مایع را لازم نمیداند (در کتاب بعدی خود در سال ۱۹۲۶)

چنانچه مایرس<sup>(۴)</sup> در تجربیات خود دفع سولفاتها و کراتینین را مورد مطالعه قرار داده و مشاهده میکند که ضریب غلظت<sup>(۵)</sup> این مواد با یکدیگر مساوی است و ضریب کنسانتراسیون اوره خیلی پائین تر است (ضریب کنسانتراسیون عبارت از نسبت کنسانتراسیون ماده است در ادرار بکنسانتراسیون همان جسم در پلاسمای) از این مطلب دو نتیجه میگیریم:

۱- اگر فرض کنیم که این مواد در لوله ها ترشح شده اند مشکل است تصور نمود چطور موادی مانند کراتینین فسفاتها و سولفاتها که نه از نظر فیزیکی و نه از نقطه نظر شیمیائی باهم شباهت دارند ممکن است همه بیک نحو و بیک مقدار ترشح شوند در صورتیکه اگر قبول کنیم که این مواد با غلظت مساوی پلاسمای در اولترافیلترای گلومرول موجود بوده اند و در لوله ها چون مقداری آب جذب عروق شده است دیگر اشکالی باقی نمی ماند و غلظت هر سه بیک نحو بالا میرود.

۲ - چون ضریب کنسالتراسیون اویره از ضریب مواد فوق الذکر پائین تر است مجبوریم فرض نمائیم مقداری اویره در قسمت لوله ها مجدداً وارد خون شده و چون مقدار اویره که جذب میشود در هر لحظه متفاوت است لذا فرض کوشنی راجع به ثابت بودن ترکیب مایع جذب شده صحیح نیست یعنی مایع مساعد وجود خارجی ندارد. در مجموع فیزیولوژی روزه و بینه بیشتر راجع به فرضیه دیگری گفتگو میشود که عبارت از فرضیه لامی مایر و راتری است که عمل ترشح را بلوله ها نسبت داده و گلو مریول را فقط بمنزله تلمبه میدانند که مانند قلب در اثر انقباض و اتساع خود ادرار را پیش رانده و باعث دفع آن میشود و بالاخره نقاط ضعف فرضیه کوشنی را مورد انتقاد قرار داده و آن را قابل قبول نمیدانند.

يك ایراد مهمی که بعقیده اینجانب به فرضیه بالا میتوان گرفت اینستکه اگر قلب بواسطه انقباضات خود میتواند باعث گردش خون شود بعلت اینستکه دائماً در موقع اتساع قلب از طرف سیاهرگها خون وارد آن شده و فضای داخل قلب را پر میکند و در موقع انقباض بواسطه دریچه هائی که موجود است خون تنها بطرف سرخ رگها رانده میشود و دریچه های سیکموئید مانع رجعت آن میشوند در صورتیکه در گلو مریول در دموقع انقباض قلب عروق آن متسع شده و باعث پیشرفت ادرار از داخل لوله ها میشوند ولی همینکه بحالت اولیه برگردند کپسول بومن متسع شده و ادرار از داخل لوله ها بطرف کپسول بومن رجعت میکنند پس حرکات گلو مریول تنها کاری را که ممکن است انجام دهد منحصر بتموج ادراری و پیش و پس کردن آن در داخل لوله ها میباشد.

### تجربیهاتی که با فرضیه ترشیحی وفق میدهد

مشاهدات و تجربیهاتی که برله این فرضیه میباشد عبارتند از :

۱ - بعضی مواد مانند آمونیاک و اسید هیپوریک در خود کلیه ساخته شده و در ادرار دفع میشوند اگر بعمل ترشیحی کلیه قائل نباشیم این مسئله با معلومات امروزه ما لاینحل بنظر میآید.

۲ - بعضی ماهیها وجود دارند که ساختمان کلیه شان دارای گلو مریول نیست. واضح است در اینمورد ادرار بتوسط لوله ها ترشح میگردد.

۳ - مواد رنگی باز يك حتی در صورت فقدان گردش گلو مریولی ممکن است بتوسط لوله ها دفع شود و این مسئله نقطه اتکاء تجربیهات هیدنهن را

تشکیل می دهد.

## تجربیات هید نهن

اگر مغز تیره خرگوش را قطع نمائیم فوراً فشار خون حیوان پائین آمده و ابتدا ادرار در مثانه جاری نمیشود و بعقیده هید نهن علت این کیفیت متوقف شدن فیلتراسیون در گلومرول میباشد در این موقع اگر مقداری کار من دندیگو<sup>(۱)</sup> به حیوان تزریق نمائیم و ده دقیقه بعد حیوان را بکشیم مشاهده میکنیم که سلولهای لوله هارنک آبی بخود گرفته اند بالعکس اگر حیوان را یکساعت زنده بگذاریم سلولهای لوله هارنک شده و کار من دند یگو بشکل دانتهائی در داخل لوله هایافت میشود.

از این تجربه هید نهن نتیجه میگیرد که :

۱- سلولهای لوله ها ابتدا این ماده را از خون و لنف گرفته و بعداً آنرا در مجرای لوله ها ترشح مینمایند

۲- این ترشح حتی در صورت عدم فیلتراسیون گلومرولی نیز که با پائین رفتن فشار خون از بین میرود ممکن است- در صحت این مشاهدات ابتدا جای تردید نیست زیرا علمای دیگر همین تجربیات را تکرار نموده و همین کیفیت را مشاهده نموده اند ولی در ضمن نکات دیگری را دریافتند که بکلی اهمیت این تجربه را از بین میبرد :  
اولاً رنگهای بازیک دارای قابلیت نفوذ فوق العاده بوده و نه تنها سلولهای لوله ها را رنگین میکند بلکه در بعضی بافتهای دیگر نیز مانند غده اوزالمعده و غده های فوق کلیوی نیز نفوذ مینمایند لذا وجود این ماده در سلولی شروع یک عمل ترشح را ثابت نمیکند بلکه فقط نشان میدهد که این ماده بواسطه قابلیت نفوذ خود سهولت وارد بافتها میشود.  
از طرف دیگر سوزوی<sup>(۲)</sup> مشاهده نموده است که ماده رنگی بیش از پیش در قسمت انتهائی لوله ها زیاد میشود این نکته را هید نهن بر سوب ماده رنگی در مجاورت املاح ادرار نسبت میدهد ولی اگر همین تجربه را با مواد رنگی دیگر که رسوب نمیکند تکرار نمائیم باز هم بهمین کیفیت مشاهده میشود. لذا میتوان گفت که جمع شدن این ماده در قسمت انتهائی لوله ها بواسطه جذب آب ادرار در این ناحیه صورت میگیرد یعنی پیشاب در ضمن عبور از این ناحیه مقداری آب از دست داده و غلیظ میشود و معلوم میشود که در ابتدای لوله ها نفوذ ماده رنگی با ترانسوداسیون مایع فراوانی همراه

بوده است پس در اینصورت عبور کارمن دندیکواز جدار لوله‌ها ممکن است در نتیجه قابلیت نفوذ این ماده بوده و دلیلی برای عمل ترشح سلولها نمیباشد. از طرف دیگر چنانچه بعداً ذکر خواهد شد موادرنگی بازیک و بعضی مواد دیگر بصورت محلول رقیقی در کپسول بومن نیز یافت میشوند و بالتیجه جائز نیست که دفع موادرنگی را از کلیه در نتیجه يك عمل ترشح جدار لوله‌ها بدانیم و همچنین نمیتوان قبول نمود که اگر يك ماده رنگی بخصوصی در این ناحیه دفع شود تمام مواد مشکله ادرار نیز در این نقطه ترشح میشوند لذا میتوان گفت که تجریبات هیدنهن کاملاً صحیح بوده ولی برای نکته که منظور ما است بمنزله دلیلی محسوب نمیشود زیرا اولاً ترشح موادرنگی را بتوسط لوله‌ها باثبات نمیرساند ثانیاً چگونگی دفع يك ماده رنگی را نمیتوان عمومیت داد و دفع سایر مواد محلول در ادرار را تابع این کیفیت دانست.

### تجریبات نوسبام (۱)

تجریبات نوسبام نیز یکی از دلائل فرضیه ترشحي بشمار میرود. در قورباغه کلیه دارای دو نوع گردش خون میباشد: خون شریانی که وارد گلو- مرولها میشود و خون وریدی که بتوسط ورید باب کلیوی بلوله‌ها میرود. حال اگر شریانهای گلو مرولی را خوب ببندیم و تمام عروقیرا که در اطراف کلیه ممکن است يك گردش کمکی برقرار نماید قطع کنیم کیفیت های زیر مشاهده می شود:

- ۱- ترشح پیشاب متوقف میشود.
- ۲- اپی تلیوم لوله‌ها پس از دو یا سه روز بواسطه فقدان اکسیژن خراب میشود.
- ۳- اگر مقداری اوره داخل وریدی تزریق نمائیم مقدار کمی از ادرار ترشح میشود که از مقدار طبیعی در قورباغه سالم تجاوز نمیکند.
- ۴- اگر در همین شرایط محلول گلوکز تزریق نمائیم ترشحي تولید نمیشود ولی اگر مقداری اوره و گلوکز با هم تزریق نمائیم مقدار ادرار ترشح شده و هر دو جسم در ادرار یافت میشود.
- ۵- پس از زرق داخل وریدی بعضی مواد مانند کارمن - البومین - پیتن در موقعی که گردش گلو مرولی حذف شده باشد دفع آنها در ادرار مشاهده نمیشود در

صورتیکه کار من دند یگوس از تزریق در داخل لوله‌ها دیده میشود.  
از این تجربیات میتوان نتیجه گرفت :

الف - فقدان گردش گلو مرولی باعث توقف دفع ادرار میشود.

ب - هرگاه مقدار اوره خون مصنوعاً بالا رود سلولهای جدار لوله‌ها خود را نسبت  
بآن قابل نفوذ نشان میدهند و اوره در ضمن عبور مقداری آب با خود همراه میرود و  
باعث دفع مقداری قند نیز میشود .

ج - مواد رنگی بازیک نیز بهمین ترتیب ممکن است در صورت فقدان گردش گلو مرولی  
از جدار لوله‌ها تجاوز کنند و در ادرار دفع شوند.

بطور خلاصه چنانچه مشاهده میشود مایه تجربیات فوق در روی دفع مواد رنگی  
بازیک که دارای قابلیت نفوذ فوق العاده میباشد قرار دارد و بطوریکه دیدیم در تجربه  
هیدنن و نوسبام مواد رنگی از بافت پوششی جدار لوله‌ها عبور نموده و وارد مجرای  
آنها میشوند و غلظت آنها در داخل لوله‌ها بیش از خون است ولی این قسمت بیچوجه  
ثابت نمیکند که این مواد در آنجا ترشح شده باشد زیرا بسهولت میتوان ادعا نمود که  
این مواد پس از نفوذ در لوله‌های پیچیده در قسمت پائین تر مقداری آب خود را از دست  
داده اند زیرا برای آنکه باین کیفیت بتوان عمل «ترشح» اطلاق نمود باید ثابت شود  
غلط شدن این مواد در داخل خود سلولها صورت میگیرد و کنسانتراسیون این مواد  
در داخل سلول بیش از کنسانتراسیون آنها در خون میباشد و این قسمت تا بحال در هیچ  
تجربه باثبات نرسیده .

از طرف دیگر تجربیات نوسبام ثابت میکنند که حذف گلو مرولی باعث  
توقف ادرار میشود و این خود دلیل مهمی برای عمل گلو مرولی در تولید ادرار بشمار  
میرود .

تجربیهائی که با فرضیه اودویک - کوشنی وفق میدهند  
برای اثبات این فرضیه چند نکته را باید مورد مطالعه قرار داد :

- ۱ - طرز فعالیت گلو مرولی و مخصوصاً شرایطی که برای تولید پیشاب لازم است  
یعنی باید فهمید آیا فشار خون داخل گلو مرولی برای تولید مایع فیلتره کافی است و یا  
آنکه برای بافت پوششی عروق نیز باید فعالیتی قائل شویم .
- ۲ - آیا تمام موادی که در ادرار دفع میشوند در مایع فیلتره موجودند یا آنکه  
مقداری از آنها در لوله‌ها ترشح میشود؟ .



فشار خون در آوندهای گلو مریول بطور مستقیم بتوسط « هیمن<sup>(۱)</sup> » در قورباغه و بطور غیر مستقیم در پستانداران بتوسط وینتون<sup>(۲)</sup> اندازه گرفته شده

« هیمن » توانست يك لوله باریکی<sup>(۳)</sup> در کپسول داخل نموده و بتوسط وارد نمودن مایع در آن فشار درون آنرا بالا برد در موقعیکه بعضی از مویرگها کاملاً بسته میشوند و فقط در موقع انقباض قلب خون وارد گلو مریول میگردد و فشار مایع اندازه گرفته شده و نمایش فشار شریان آفران<sup>(۴)</sup> میباشد و در موقعیکه نصف عروق گلو مریولها بسته و نیمی باز میمانند فشار داخل کپسول مساوی فشار گلو مریولی میباشد.

فشار شریان آفران بدین ترتیب قدری کمتر از فشار اورت و فشار گلو مریولی تقریباً ۵۴ در صد فشار اورت بدست میآید و چون فشار شریانی قورباغه تقریباً ۴۰ سانتیمتر آب و فشار اسمزی کواوئیدهای خون ۱۰ سانتیمتر است لذا تفاوت آنها برای فیلتراسیون گلو مریولی کافی است (برای آنکه ترانسوداسیون بدون مواد آلبومینوئیدی صورت گیرد باید فشار خون بیش از فشار اسمزی مواد سفیده پلاسما باشد زیرا فشار اسمزی آنها مانع فیلتراسیون میشود)

دوینتون، فشار گلو مریولی را در حیوانات پستاندار بتوسط ممانعت از جریان ادرار و بالا بردن فشار داخل لولهها اندازه میگیرد. این تجربه را در يك گردش مصنوعی از کلیه - قلب و شش، انجام میدهند و با ترشح ادرار بتوسط فشار ستون آبی مقاومت میکنند. البته در این تجربه حالت مویرگها را بتوسط میکروسکپ نمیتوان مشاهده نمود و تعیین فشار آنها از روی این فرض است که تفاوت فشار مابین گردش گلو مریولی و فشار داخل کپسول با مقدار ادرار دفع شده نسبت مستقیم دارد و تنها همین تفاوت باعث ترشح ادرار میشود. برای اثبات این فرض باید ثابت کنیم زیادی فشار در داخل لولهها اثری در عمل آنها نخواهد داشت برای اینکار فشار اورت را در یک دستگاه کلیه - قلب شش، مساوی صفر نگاهداشته و فشار سرخرگ را بتدریج پائین میآوریم در صورتیکه در تجربه دیگر بالعکس فشار شریانی را ثابت نگاهداشته و فشار میزه نای را بتدریج بالا میبریم تا موقعیکه مقدار ادرار دفع شده در هر دو حالت مساوی شود چون در اینصورت ترکیب هر دو ادرار شبیه بهم خواهد بود لذا مشکل است تصور نمود که فشار داخل لولهها در روی جدار آنها مؤثر بوده و اثرش کاملاً مطابق پائین رفتن فشار گلو مریولی است پس میتوان

گفت اثر کمی و زیادی فشار داخل اورتر در این تجربه فقط در روی فیلتراسیون گلو مریولی خواهد بود.

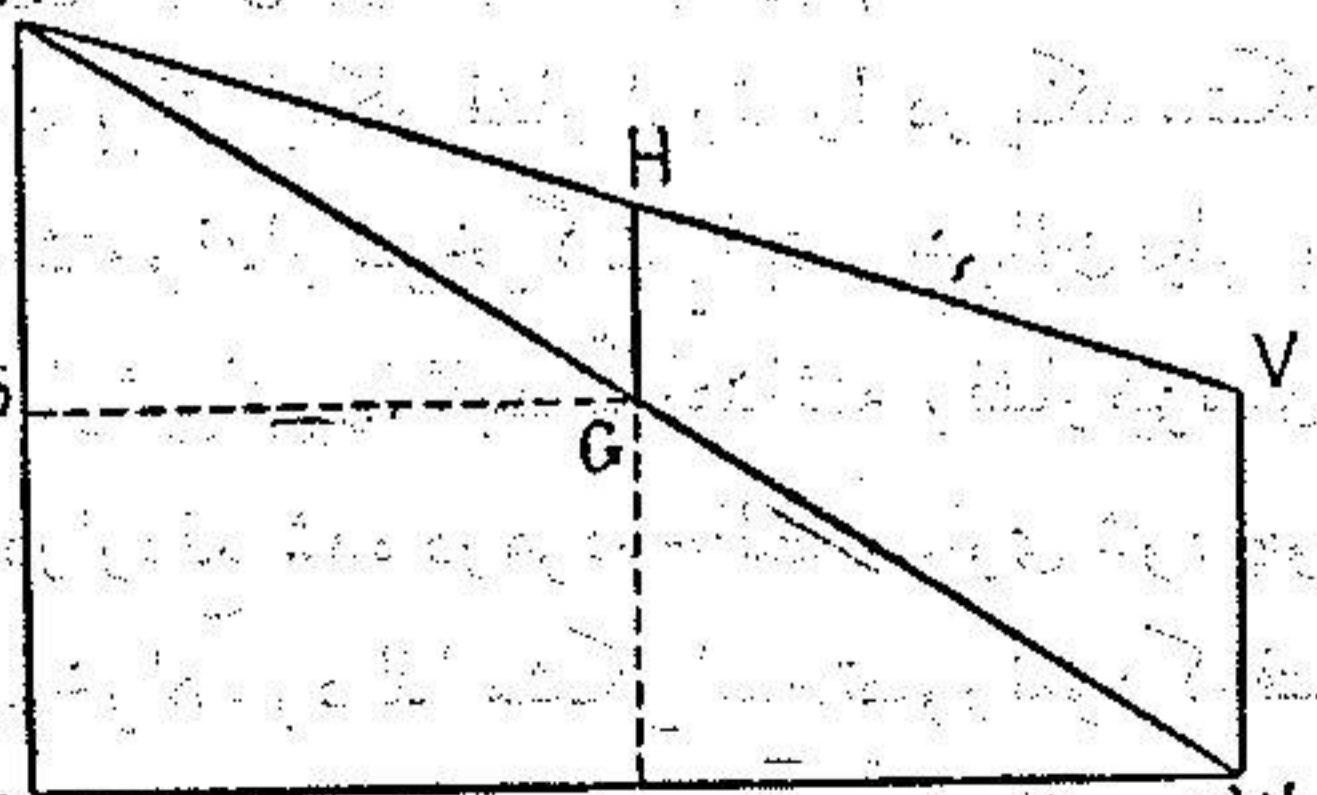
بیک طریق دیگر می توان از ترشح ادرار کاست ممانعت از گردش خون وریدی است زیرا فوراً مویرگ های لوله ها متسع شده و در روی جدار آنها فشار آورده و مجرای آنها بسته میشود اثر دیگرش بالا بردن فشار گلو مریولی است و بالتبع با آن که فشار گلو مریولی بالا میرود مایع فیلتر را برای آنکه از لوله ها عبور کند باید دارای فشاری مساوی فشار وریدها شود یعنی کاملاً مانند اینست که فشار داخل اورتر بالا رفته باشد. ترکیب شیمیائی ادرار در این موقع نیز مطابق موقعی است که فشار خون را با اندازه پائین بیاوریم که همین مقدار ادرار دفع شود. در آن موقع در آن موقع حال اگر فشار شریانی را  $A$  و فشار گلو مریولی را  $G$  و  $U$  را فشار اورتر فرض کنیم و در تجربه دیگر  $V$  فشار وریدی باشد که مقدار ادرار را بهمان اندازه پائین می آورد و  $Y$  تفاوت فشار گلو مریولی باشد که در این موقع بالا میرود. چون مقدار پیشاب متناسب با تفاضل فشار گلو مریولی و فشار داخل میزه نای است و از طرف دیگر در هر دو تجربه یکی است لذا میتوان نوشت:

$$G - U = (G + Y) - V$$

و یا

$$U = V - Y \quad (1)$$

حال اگر در منحنی زیر در محور طول نقاط مختلف آوندی و در محور عرض فشار آنها را نمایش دهیم در موقعیکه فشار خون از شریان تا ورید نزول کرده و از نقطه  $A$  به  $W$  یا صفر میرسد نقطه مانند  $G$  نمایش فشار گلو مریولی خواهد بود. حال در صورتیکه فشار وریدی از  $W$  به  $V$  بالا رود فرض میکنیم نقطه  $G$  به  $H$  بالا خواهد رسید یعنی در روی خط  $A$



ساخته رک کرده  
گلو مریولی  
ساخته رک کرده

