

مقایسه روشهای مختلف تعیین مقدار اکسید دو کربن

در خون

قریب به پانزده سال است که توجه اطباء متخصص طب کار و بهداشت معطوف بموارد مسمومیت از اکسید دو کربن در محیطهایی که حاوی مقادیر خیلی کم از این گاز میباشد (کمتر یا معادل صد قسمت در یک میلیون قسمت 100 p.p.m) گردیده است.

علائم مسمومیت بصورت حوادث حاد یا نیمه حاد بروز میکند. این گونه مسمومیتها که بنام مسمومیتهای مزمن معروفند با سه علامت بشخص معین میگرددند که عبارتند از - آستی - سفاله - سرگیجه (Asthénie, Céphalées, Vertige).

مدت‌های بتمادی کار سم‌شناسان در زمینه مسمومیت با اکسید دو کربن منحصر بدوزاژ آن در مسمومیت‌های حاد یا نیمه حادی بوده که در نتیجه جذب مقادیر نسبتاً زیاد اکسید دو کربن و افزایش غلظت و تراکم آن در خون صورت میگرفت در اینگونه موارد اندازه گیری آن با متدهای معمولی ساده و قابل اجرا میباشد در صورتیکه در جریان مسمومیت‌های مزمن طرق کلاسیک غالباً برای تأیید و تشخیص آنها حساس و کافی نمیشوند. از طرف دیگر بکار بستن این روشها در چنین مواردی خسته کننده بوده و مستلزم وقت زیادی است.

نظریاتی که موارد گوناگون جهت تولید اکسید دو کربن خیلی زیاد بوده و بویژه در - کارگاههای صنعتی زمینه مساعد بسیار فرا عم است بمنظور کنترل و احتراز از هرگونه مسمومیت برقراری روشهای حساس که بتواند جستجو و دوزاژ این گاز سمی را در محیطهای بیولوژیکی مخصوصاً خون در حالت معمولی و در جریان مسمومیت‌های حاد و یا مزمن امکان پذیر نماید لازم و ضروری است.

در فاصله پانزده سال گذشته روشهای متعددی پیشنهاد شده اند که مطالعه و بررسی آنها بمنظور تعیین ارزش هر کدام و یادآوری مزایای طرق جدید نسبت بگذشته لازم و مفید بنظر میرسد. در این مقاله در قسمت اول طرق مختلفی که تا امروز برای دوزاژ اکسید دو کربن بکار رفته باقید اساس هر یک بیان میشود و در قسمت دوم مقایسه ای بین روشهای سنج در

قسمت اول بعمل آمده و شرایط و موارد استعمال هر یک از آنها را در بیولوژی کلینیک قید نمائیم. روشهای مختلف دوزاژ اکسید و کربن در خون را میتوان در مرحله اول بدو دسته بزرگ

تقسیم نمود:

۱- طریقه وابسته بدوزاژ کربو کسی هموگلوبین است که این ماده سمی از ترکیب اکسید و کربن با هموگلوبین خون حاصل میشود.

کربو کسی هموگلوبین یک ماده رنگی بوده و طرق دوزاژ متکی بر استفاده از خواص مخصوص و رنگی آنست مثلاً از رنگ پایداری آن در مقابل بعضی معرفها و مخصوصاً خواص طیفی اختصاصی آن (چه در طیف سرنی و چه در طیف انفراروز) بعنوان اندازه گیری استفاده میشود. ۲- طریقی که در آنها خود اکسید و کربن را دوزاژ میکنند مثلاً با استخراج و تجزیه

گازهای موجود در خون به مقدار آن پی ببرند و یا اینکه اکسید و کربن را از ترکیب هموگلوبینی آن (کربو کسی هموگلوبین) در نتیجه مجاورت با معرفهای مخصوصی که این گاز را بخود میگیرند جدا ساخته و بدوزاژ آن میپردازند.

۱- طرق متکی بر خواص کربو کسی هموگلوبین

راکسیونهای شیمیائی متعددی برای تشخیص خون طبیعی از خون اکسید و کربن دار پیشنهاد شده اند که اساس آنها سبزی برای است که رنگ قرمز آلبالویی کربو کسی هموگلوبین در مقابل معرفهای شیمیائی مختلف بیشتر از رنگ هموگلوبین پایدار میباشد.

روش هوپ - سیلروسالکوسکی (Hoppe - Scyler et Salkowski) عبارت از اینست که خون رقیق شده را با سیودوسود یا سیودوپتاس مجاور نمایند در نتیجه با خون طبیعی رسوب قهوه ای مانند ظاهر میشود در صورتیکه با خون اکسید و کربن دار رسوب حاصله گلی رنگ خواهد بود.

سایرس (Sayers) و همکارانش در روش خودشان به مخلوط رقیقی از خون معرفی که از تانن و پروگال تهبه شده اضافه مینمایند در نتیجه در مورد خون طبیعی رسوب بلوطی رنگ بدست میآید در صورتیکه در مجاورت کربو کسی هموگلوبین رنگ رسوب کم و بیش گلی خواهد بود. در هر یک از این دو روش دقت و توجه در میزان رنگ گلی و مقایسه آن با یک گام اتالون دوزاژ نیمه کمی اکسید و کربن خون را ممکن میسازد.

معرفهای دیگری نیز بمنظور بررسی اکسید و کربن پیشنهاد شده اند:

لوهمن (Lehman) استعمال سولفات مس یا فروسیانو پتاسیم را در محیط استیک پیشنهاد

کرده است.

هارپر (Harper) در سال ۱۹۵۲ و سپس کلایس (Clacs) در ۱۹۵۷ بکار بردن فری سیانور دوپتاسیم را در $\text{pH} = 7/2$: ذکر نموده اند. کلرور کلسیم و سود سوزاور بتوسط اولنبرگ (Eulenberg) و آستات سرب بوسیله روبنر (Rubner) بکار رفته است.

تمام این روشها در عین سادگی تجربی بوده و فاقد حساسیت و دقت کافی میباشند. روش ولف (Wolf) که نسبت بطرق قبلی جدیدتر و دقیقتر می باشد بر اساس زیر استوار است: هرگاه مخلوط خون تاسپونه را که pH آن بین $5/1 - 5/0$ میباشد مدت پنج دقیقه در حرارت 50°C درجه گرم نمایند هموگلوبین رسوب میکند در صورتیکه در چنین شرایطی کربوکسی هموگلوبین در محلول باقیمانده و با صاف نمودن مخلوط رنگ مایع صاف شده بر حسب میزان اکسیددوکرین (و یا بهتر کربوکسی هموگلوبین) از گلی روشن تا قمری فرق خواهد کرد. اندازه گیری شدت رنگ صاف شده بروش کولوریمتری یا فتومتر با محاسبه غلظت کربوکسی هموگلوبین خون را امکان پذیر میسازد.

برای اجرای صحیح این روش لازمست که مطلقاً شرایط عمل را مراعات نمود مثلاً pH و درجه حرارت بنسب باید در مقادیر مندرج ثابت باشد. بهتر است که آزمایش روی مخلوطی از خون که بلافاصله پس از برداشت تهیه شده انجام گیرد زیرا وجود برخی مواد ضد انعقاد نظیر فلئوئورور سدیم یا اکسالات سدیم این خطر را بوجود میآورد که سبب نفوذ اکسی هموگلوبین آزاد بمایع صاف شده گشته و نتیجه آزمایش را توأم با اشکال بنماید.

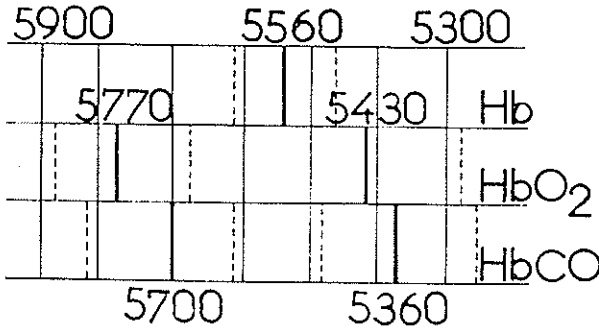
عده ای از کارشناسان نظیر کاستانیو (Castagnou) و مادام گولز (M^{me} Golse) ابراز عقیده میکنند که روش ولف کاملاً اختصاصی نبوده و در $5/1 - 5/0$: pH بطور متوسط 10% درصد اکسی هموگلوبین وارد صاف شده گردیده و 30% در هزار کربوکسی هموگلوبین رسوب میکنند. در این مورد عده دیگری از متخصصین با انجام آزمایش در pH کمی بیشتر ($5/10 - 5/18$) و تمدید مدت مدت گرم نمودن مخلوط از 5 دقیقه به 10 دقیقه اختصاصی بودن روش ولف را تثبیت نموده اند.

بنظر تروهو (Truhaut) و موآن (Moan) روش ولف در عین سادگی و سهولت اجرای آن اجازه نمیدهد که مقادیر کمتر از $0/8$ م. ل اکسیددوکرین در 100 م. ل خون را دوزاژ نمود.

روشهای متعدد دیگری وجود دارند که در آنها از خواص طیفی مخصوص کربوکسی هموگلوبین در منطقه سرئی و یا انفراروژ استفاده میگردد.

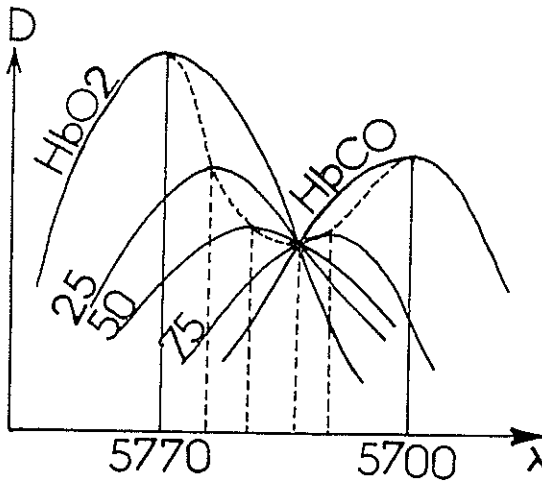
اساس عمل در تمام این روشها عبارت از اینست که دونوار جذبی کربوکسی هموگلوبین

(باند‌های حاصله در ۵۷۰ و ۵۳۶ آنگسترم) نسبت بنوارهای جذبی اکسی‌هموگلوبین (۵۷۷ و ۵۳۰ آنگسترم) اندکی بطرف طول‌موج‌های کوچک‌تر تغییر سطح می‌دهند (شکل ۱ و ۲).



(شکل ۱)

بالتازار (Balthazard) برای دوزاژ کربوکسی‌هموگلوبین تعیین ماکزیموم جذب



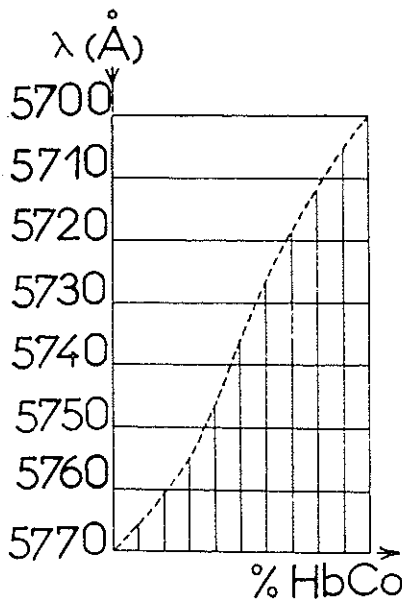
(شکل ۲)

مخلوط‌های معلوم‌العبار کربوکسی‌هموگلوبین و اکسی‌هموگلوبین را با استفاده از اسپکتروفتومتر پیشنهاد نموده است (شکل ۳).

بامراجعه باین منحنی میتوان درصد کربوکسی‌هموگلوبین خون سموسی را که ماکزیموم جذب نوار آلفای آن در طول موج معینی واقع شده است بدست آورد.

متأسفانه میزان دقت این اندازه‌گیری اژه٪ تجاوز نمیکنند و هرگز نمیتوان مقادیری

از اکسید دوکربن را که کمتر از ۲/۵ م. ل درصد سیلی لیتروخون میباشد با این روش اندازه گرفت. بن نو (Bonneau) با بکار بردن روش اسپکتروگرافی مخصوص و ثبت میکروفوتومتریک کلیشه‌ها موفق با افزایش حساسیت اندازه گیری کربوکیسی هموگلوبین بسه برابر شده و دقت عمل را نیز بالا برده است.



(شکل ۳)

اخیراً ژیاکوسو (Giacomo)، گی یو (Gillot)، وژاکینو (Jacquinot) بکار بردن دستگاه ثابتی را پیشنهاد کرده‌اند. ماکسیمتر (عقریه شاخص دستگاه) موجود در آن بطور اتوماتیک و فوری ماکزیموم باند آلفا را با دقت ۰/۵٪ آنگسترم معین می‌نماید. اساس عمل به قرار زیر است:

یک شعاع نورانی تمام منطقه مورد نظر طیف هموگلوبین را پیموده و پس از عبور از قسمت‌های مختلف طیف همراه با یک شعاع نورانی ثابت و معین بروی سلول فتوالکتریک می‌تابد در نتیجه جریانی در سلول ایجاد میشود که بطور متناوب مربوط بیکمی ازدو شعاع نورانی مذکور خواهد بود. وقتی بمحلی از طیف میرسیم که در حد اقل ترانس میسیون قرار میگیریم در اینصورت اشعه واصله بسلول فتوالکتریک با تغییر علامت همدیگر را خنثی میکنند. جریان تولید شده در سلول موجب بکار افتادن دستگاهی میشود که اسپکترومتر را در وضعیت می‌نموم ترانس میسیون نگاه میدارد. برای انجام آزمایش فقط یک قطره خون لازم بوده و

تعیین مقدار اکسیددوکرین خون در عرض چند ثانیه میسر است.

بالاخره سرکل باخ (Merkelbach) و بعد از آن دووار (Duvoir) و تروفرف (Truffert) با استفاده از اختصاصات طینی کربوکسی هموگلوبین در منطقه انفراروژ توانسته اند بتشخیص دوزاژ اکسیددوکرین در خون موفق شوند ولی این روشها بطور روزانه در آزمایشگاه قابل اجرا نمی باشند.

۲- طریق که متکی بر تعیین مقدار خود اکسیددوکرین هستند:

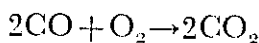
در تعدادی از روشهای دوزاژ ابتدا گازهای خون را استخراج نموده و سپس آنها را مورد تجزیه و آزمایش قرار میدهند ولی در روشهای دیگری که در سالهای اخیر متداول شده گازهای خون را تحت تأثیر اسیدهای رقیق از ترکیبات رنگی خون آزاد ساخته و بوسیله معرف مخصوصی جذب می نمایند.

کنوی (Conway) و سایرین نشان داده اند که روش اخیر بعلت متکی بودن بر اساس میکرودیفیوزیون بسیار دقیق و حساس می باشد.

الف- دوزاژ اکسیددوکرین پس از استخراج آن در خون:

اساس این روش برای اولین بار توسط نیکلو (Niclou) طرح ریزی شده و سپس کارشناسان دیگر آنرا تعقیب نموده اند. نیکلو برای استخراج گازهای موجود در خون از دستگاه مخصوصی نام برده است. در این دستگاه گازها تحت تأثیر خلا و اسید فسفریک گرم شده به ۱۱۰ درجه از ترکیبات مربوطه آزاد میگردند و در نتیجه هموگلوبین به همتاین تبدیل یافته و اکسیددوکرین را آزاد میسازد. اکسیددوکرینی که بدین ترتیب همراه با گازهای دیگر بدست می آید ممکنست بروش الکترولیز در اودیومتر تجزیه و تعیین مقدار شود (روش گرانت-Grehan) و یا دوزاژ بطریقه جذب شیمیائی انجام گیرد (روش کونا برس Kohn - Abrest و دووار و تروفرف) شامبون (Chambon) پس از احیاء کلرور یا لادیوم بروش تیتریمتری آنرا اندازه میگیرد و بالاخره عده ای از کارشناسان نظیر فابر (Fabre)، تروهو (Truhaut) و داکاک (Dakak) و سایرین طریقه جذب در انفراروژ را برای تعیین مقدار اکسیددوکرین مورد استفاده قرار میدهند. دوزاژ اکسیددوکرین در اودیومتری پس از جذب گاز کربنیک موجود در مخلوط استخراج شده بکمک پطاس سوزآور و پیروگالات دوپطاسیم انجام میگیرد. گاز باقیمانده را که محتوی CO است در اودیومتر وارد نموده و در مجاورت جرقه الکتریکی و با حضور مقدار لازم اکسیژن در داخل اودیومتر اکسیددوکرین آنرا مبدل بگاز کربنیک می نمایند.

با تکیا بر فرمول زیر محاسبه حجم CO در مخلوط گاز اولید بسیار ساده است.



چهار حجم \rightarrow دو حجم + چهار حجم

حجم اکسیددوگربن موجود در مخلوط گازها معادل با $\frac{2}{3}$ حجمی است که در نتیجه ایجاد و جذب CO₂ از حجم کلی گازها کاسته میشود.

عیب این روش اینستکه تمام گازهای قابل تجزیه و ترکیب در اودیومتر و در اثر جرقه الکتریکی میتوانند بغلط جزو CO بحساب آیند. ولی برعکس روش ستکی ب جذب شیمیائی اکسیددوگربن در مورد دوزاژ این گاز حائز اهمیت بوده و از آن در سم شناسی و طب قانونی استفاده بعمل می آید.

تعیین مقدار پس از جذب ابتدائی گاز کربنیک و اکسیژن بتوسط پتاس و پیروگالات دو پتاسیم با محاسبه تقلیل حجم حاصله در روی گازهای باقیمانده در نتیجه عمل کارور کوئپوروی آسیدی شده با HCl انجام میگردد.

میتوان اکسیددوگربن را با افزایش مقدار اضافی پتاس بمعرف مجدداً ایجاد نمود. جوابهای حاصله باروش اخیراندکی کوچکتر از مقادیری خواهد بود که در طریقه اودیومتری یک بدست می آید. اختلاف در حدود $\frac{1}{4}$ م. ل برای صد م. ل سی باشد. این اختلاف را میتوان چنین توجیه نمود که در گازهای مستخرجه ترکیباتی نظیر هیدروکربورها یافت میشوند که در اودیومتر قابل تجزیه و ترکیب بوده در صورتیکه بوسیله کلرور کوئپوروی HCl دار قابل جذب نمی باشند و انگهی در اودیومتر در نتیجه ایجاد جرقه الکتریکی مقدار بسیار کمی اکسیددازت ظاهر میشود که موجب اندک تقلیل حجم و اشتباه خواهد شد.

باتمام این احوال روش اودیومتری یک اسروژه بعنوان یک طریقه سرجح مورد قبول است و تنها عیبی که میتوان بر آن بست طولانی بودن روش و دقیق بودن اجرای آنست و علاوه بر صحت و دقت کامل جوابها منوط بداشتن حجم نسبتاً بیشتری از خون مورد آزمایش است.

دووار و تروفور میکرومتری را پیشنهاد کرده اند که در آن از لوله های مخصوصی استفاده می شود که در قسمت انتهائی خود بلوله های مؤین مدرج تا $\frac{1}{100}$ م. ل ختم میشوند. در حقیقت این روشها برای مقادیر بسیار کم اکسیددوگربن زیاد دقیق نخواهند بود.

بمنظور تصحیح این نقص بزرگ فابر و تروهو و داکاک در سال ۱۹۰۵ طریقه ای را که بر اساس جذب در انفرادی می باشد با استعمال آنالیزور ردیف. ۸۸، سسه O.N.E.R.A. پیشنهاد کرده اند در این دستگاه تشعشعات انفرادی حاصله به توسط دو منبعی که در کنار هم کار

گذاشته‌اند از دولوله میگذرند یکی از این لوله‌ها حاوی هوا بوده و لوله دیگر مخلوط گاز مورد آزمایش را دارد. تشعشعات مربوط بنوارهای جذبی اکسیددوکرین در لوله دوم بسته بمقدار اکسیددوکرین موجود جذب میشوند.

منبع انفراروژ دستگاه انتخابی نبوده و طول موجهای معینی را تولید نمیکند و این قسمت گیرنده دستگاه است که حساسیت و قدرت انتخابی کافی داشته و بکمک آن میتوان طول موجهای معینی را از میان سایر طول موجها جستجو نمود. این دستگاه گیرنده برای هر یک از لوله‌ها از اطفاکک محتوی اکسیددوکرین خالص درست شده که موظف ب جذب کامل تمام تشعشعات اختصاصی باقیمانده است که پس از عبور اشعه انفراروژ از هر دولوله باقی میماند. در نتیجه این جذب درجه حرارت گاز گیرنده کم و بیش افزایش یافته و انبساطی در آن ظاهر میگردد.

دو اطفاکک گیرنده بوسیله یک صفحه آلومینیومی مخصوصی جدا شده‌اند که در مجاورت آن صفحه فلزی ثابت دیگری که سوراخ دار است و با صفحه آلومینیومی قبلی صفحات یک کندانساتور را بوجود می‌آورند قرارداد وقتی هوای مورد آزمایش دارای اکسیددوکرین باشد مقداری از تشعشعات انفراروژ در لوله واجد هوا جذب شده و مقدار کم آن در اطفاککهای حساس جذب و در نتیجه گرمای حاصله در این اطفاککها که متناسب با میزان تشعشعات اختصاصی اشعه رسیده است کمتر خواهد بود در صورتیکه در اطفاکک مربوط بلوله شاهد (لوله ایکه دارای هوای معمولی است) میزان جذب تشعشعات اختصاصی CO₂ بیشتر بوده و گرمای حاصله نیز زیاد خواهد بود.

اختلاف فشاری که در اثر اختلاف حرارت در اطفاکک بوجود می‌آید بر روی صفحه آلومینیومی حد فاصل تأثیر نموده و آنرا بحرکت در می‌آورد و نتیجه این حرکت موجب تغییر ظرفیت کندانساتور میشود. این تغییر ظرفیت را با انتقال بدستگاه افزایش دهنده (Amplificateur) زیاد نموده و بیک سیلیولومتر ثباتی مستقل می‌نمایند.

اگر مخلوط گازی مورد آزمایش درون خود گازی داشته باشد که دارای اسپکتروم جذبی مشابه باطیف اکسیددوکرین در انفراروژ باشد این گاز در دوزاژ ایجاد اختلال نمیکند مگر موقعیکه نوارهای جذبی آن دو کاملاً باهم منطبق باشند.

در عمل چنین کیفیتی فقط در مورد تجزیه مخلوط گازهای صنعتی پیش می‌آید ولی در مورد تجزیه آتمسفرهای مختلف بندرت بچشم خواهد خورد.

حساسیت بی‌نهایت زیاد این دستگاه اجازه میدهد که با سرعت ودقت کافی مقدار اکسیددوکرین را در ستادیر کمتری از خون که در طرق قبلی از آن استناده میشد تعیین نمود.

مورو (Moureu)، شوون (Chovin)، تروفرف (Truffert) و همکارانشان براساس همین طریقه متد بی نهایت دقیقی دیگری را بوجود آورده اند که مزیت آن امکان عمل در روی مقدار بسیار کمی ازخون است (۱ م. ل. ویا حتی ۱/۰ م. ل.).

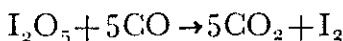
طریقه دیگری که آینده روشنی برای آن پیش بینی میشود استفاده از کروماتوگرافی گازی برای دوزاژ CO است.

نکته حساس این روش آزاد ساختن گاز CO از خون بکمک یک معرف مخصوص نظیر فروسیانور دوپتاسیم - اسیدسولفوریک رقیق و غیره بی باشد که بلافاصله منجر بتولید گاز CO نشده و بنابراین تفکیک منحنی های مربوط بگازهای مختلف کاسلا عملی نیست پس لازم است که آزمایش را در دوسرجه انجام داد :

- رهاساختن گازهای موجود درخون در شرایط مخصوص و سپس کروماتوگرافی گازهای بدست آمده. در این مورد نیز دوزاژ بسرعت انجام گرفته و روشن از حساسیت کافی برخوردار است ولی تهیه لوازم بخارج زیادی بر میآورد.

- بمنظور آگاه ساختن متخصصین طب کار بوسائل بسیار ساده ای که دوزاژ اکسیددو کربن با آنها میسر بوده و انجام آزمایش مدت کوتاهی وقت لازم دارد متکی میشوند. در این مورد روشی را که کارشناسان مختلف در سالهای اخیر پیشنهاد کرده اند و مربوط به دوزاژ سریع CO درخون - استعمال لوله های معرف مخصوص جهت اندازه گیری CO هواست یادآور میشویم. این متدها بطوریکه خواهیم گفت مبنی بر خاصیت احیا کنندگی اکسیددو کربن موجود در هواست که در مجاورت معرفهای اکسیدان مخصوص فعالیت احیا کنندگی خود را ظاهر میسازد. معرفهای اکسیدانیکه غالباً بکار میروند بقرار زیر میباشند:

۱- استفاده از آنیدرید یدیک - آنیدرید یدیک در حرارت نزدیک به ۱۰۰ درجه سانتیگراد اکسیددو کربن را کاسلاً اکسیده نموده و بگاز CO₂ تبدیل میسازد. عمل اکسیداسیون را میتوان با تعادل زیر نشان داد.

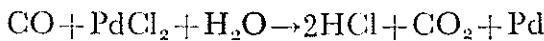


طرق متعددی جهت بررسی نتیجه این واکنش وجود دارند. دستگاه درایزر (Draeger) و دستگاهی که توسط کمیته مرکزی اداره معادن ذغال- سنگ فرانسه در مون لوسون (Montluçon) بکار گذاشته شده بطور روزمره جهت تشخیص و اندازه گیری اکسیددو کربن هوا مورد استفاده قرار میگیرند.

در این دو دستگاه ملخی از سیلیسیم که با محلولی از آنیدرید یدیک در اسیدسولفوریک غلیظ آغشته شده قرار دارد. یدی که در نتیجه اکسیداسیون اکسیددو کربن آزاد میشود چنین مخلوطی

راکه ابتدا سفیدرنگ است برنگ آبی مایل بسبزدر میآورد.

۴- استفاده از اسلح و کومپلکسهای پالادیوم - اکسیددوکربن روی املاح پالادیوم تأثیر نموده و آنها را به پالادیوم فلزی که خاکستری رنگ است احیاء نماید. راکسیون شیمیائی را میتوان با معادله زیر نمایش داد.



امروزه ترجیح میدهند که بجای املاح پالادیوم از مخلوط کومپلکسهای مختلف آن استفاده کنند مانند مخلوط اسید فسفوسولفیدیک - کلرورداونیوم و سولفات پالادیوم که بتوسط اداره بهداشت و امنیت اجتماعی ممالک متحده آمریکا پیشنهاد شده است. این مخلوط که رنگ زردی دارد در جاورت اکسیددوکربن برنگ آبی مایل بسبزدر میآید.

مخلوط دیگر عبارتست از ژل سیلیس آغشته به کومپلکس سولفیت پالادوپتاسیک که رنگ زرد آن در جاورت اکسیددوکربن به قهوه‌ای تغییر می‌یابد.

بمنظور تطبیق طرق فوق در تعیین مقدار اکسیددوکربن خون بایستی روشی را اجرا نمود که از دو مرحله متوالی زیر تشکیل یافته است:

- ۱- رها ساختن سریع و کامل گازهای موجود در خون مورد آزمایش.
- ۲- هدایت گازهای حاصله بداخل لوله حاوی معرف و تعیین شدت رنگ و طول لکه رنگی حاصله در ستون حاوی معرف پس از مقایسه بایک اشل کولوریمتری که طرق متعددی که انجام آنها کم و بیش ساده بوده و حساسیت آنها نیز متفاوت می‌باشند یکی پس از دیگری بتوسط کارشنایان مختلف پیشنهاد شده‌اند.

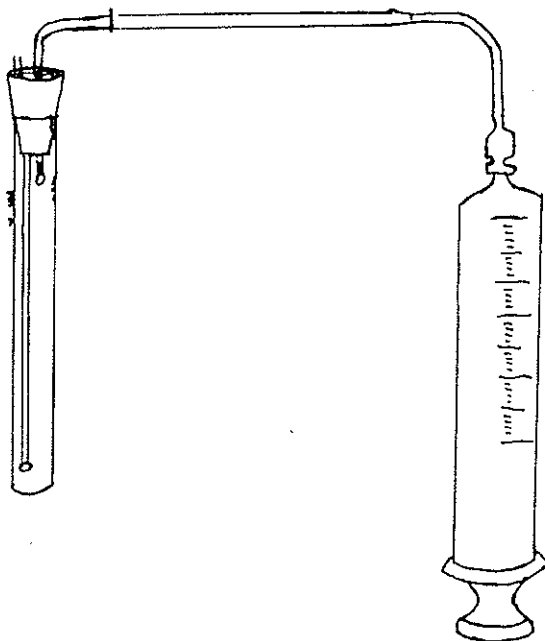
در سال ۱۹۵۵ شین (Chinn)، پاول (Pawel) و ردسون (Redmont) از روش بسیار حساسی نامبرده‌اند که شامل افزایش ۱/۰ م. ل از خون به ۰ م. ل از معرف زیر است:

فری سیانوردوپتاسیم	۴ گرم
ساپونین	۱ گرم
آب ستقر مقدار کافی تا	۱۲۰ م. ل

این معرف درون لوله آزمایشی که با چوب پنبه دوسوراخ‌های مسدود شده ریخته میشود پس از افزایش خون بداخل لوله بلافاصله یکی از این سوراخها را بلوله حاوی معرف پالادیوم وصل می‌کنند. لوله معرف خود به سرنگی وصل شده که بکمک آن می‌توان گازهای را که در لوله اولیه خون بوجود می‌آید مکید.

هرگاه رنگ لوله حاوی معرف پالادیوم پس از مکیدن ۱۰۰ م. ل هوا در عرض دو

دقیقه بتوسط سرنگ برنگ سبزی آبی تغییر یابد میتوان تعیین نمود که حداقل $۵/۵\%$ هموگلوبین خون مورد آزمایش بصورت کربوکسی هموگلوبین بوده است.



(شکل ۴)

اگر یک میلی لیتر از خونی در شرایط فوق نتایج مشابهی از لحاظ تغییر رنگ معرف پالادیوم بدهد میتوان اعلام نمود که حداقل $۱/۵\%$ هموگلوبین خون مورد آزمایش بصورت کربوکسی هموگلوبین بوده است.

کارشناسان دیگری نیز روشهای حساستری پیشنهاد نموده اند که متأسفانه سرعت عمل آنها کم است.

واگنر (Wagner) و ویرنال (Pernall) گازهای خون را در خلاء و یکمک معرفی بفرسول

زیرآزاد میسازند:

ساپونین	۰/۳	گرم
فری سیانورد و پتاسیم	۰/۸	گرم
اسید لاکتیک	۰/۴	م. ل
اسید کاپریلیک	۰/۳	م. ل
آب مقطر مقدار کافی تا	۱۰۰	م. ل

سپس گازهای بدست آمده را در لوله‌ای که حاوی معرف سیلیکوپرلییدات پالادیوم است هدایت می‌نمایند.

وینیولی (Vignoli)، کریستو (Cristau) و دفروتن (Defretin) استخراج گازهای خون را با تأثیر مقدار اضافی اسید فسفریک در ۸۰ درجه بر روی خون انجام میدهند سپس گازهای حاصله را با استفاده از جریان هوا که مدت ۹ دقیقه بداخل لوله آزمایش وارد میشود درون لوله حاوی معرف درایز که بر اساس آتیدرید یدیک تهیه شده می‌رانند.

بکمک این روش و بنظر مصنفین مربوطه میتوان بدون اشکال وجود ۱ م. ل از اکسید دوکربن را در ۱۰ م. ل خون بررسی نمود. این مقدار CO حلقه‌ای بعرض یک سیلیمتر در داخل معرف پالادیوم ایجاد میکند.

اگر لکه خفیف مایل بآبی در معرف پالادیوم ظاهر شود دلیل بوجود مقداری از CO در حدود ۰/۵ م. ل در ۱۰ م. ل خواهد بود. متأسفانه طرق سزور کاملاً اختصاصی نبوده و مخصوصاً از دقت کافی برخوردار نیستند. وجود گازها یا بخاراتی که بتوانند معرف پالادیوم را احیا کنند (مانند هیدروژن - هیدروکربورهای مختلف - هیدروژن سولفور - الکل - اتروغیره) اختصاصی بودن متدهای بالا را دچار اشکال می‌سازد.

لازم بتذکر است که بعضاً در دهانه لوله‌های معرف پالادیوم موادی نظیر الیاف سیسی - ژل سیلیس و غیره جای میدهند که این مواد میتوانند ناخالصیهای گازی را که با هوا وارد لوله معرف میشوند جذب کنند.

سیران دقت در روشهای فوق زیاد نبوده (در حدود ۰/۵) و مخصوصاً بدست آوردن نتایج یکسان برای آزمایش های متعددی که روی نمونه واحدی انجام میگردد کمی مشکل است.

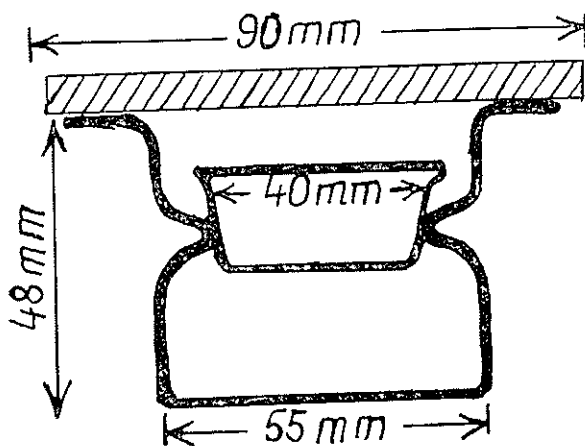
سزیت طرق فوق سهولت عمل و سرعت اجرای آنهاست.

ب- دوزاژ برش میکرو دیفوزیون .

تعداد دوزاژهای اکسید دوکربنی که روز سره از آزمایشگاههای آنالیز درخواست میشود روزی زیاد بوده و بهمین علت نیاز وافر به پیدا نمودن روشی است که با داشتن حساسیت کافی در تشخیص مقادیر جزئی اکسید دوکربن در جریان سمبوسیت‌های سزمن از سادگی عمل نیز برخوردار باشد تا بتوان آزمایشهای متعددی را روزانه بطور سری و روی حجم کمی از خون اجرا نمود در ضمن روش مربوطه قابل اجرا بتوسط هر لابراتوار تجزیه بیولوژیکی بوده و لزومی بت تهیه معرف یادستگاه گرانقیمت نباشد. با مراعات شرایط فوق طرقتی بتوسط فابر (Fabre)، تروهو

(Truhaut)، برود (Berrod) و لویموان (Le Moan) ابداع و پیشنهاد گردیده است. اساس این روشیاستکی بر خاصیت احیا کنندگی اکسیددوگرین در مقابل کلرور پالادیوم است. در این طرق نیازی باستخراج گازهای خون نبوده و مطابق نظریه ونسلند (Vennesland) آزاد ساختن گازها بکمک اسیدسولفوریک رقیق عملی شده و در فضای مسدودی بوسیله معرف پالادیوم گازها را جذب می نمایند.

گرهان (Grehant) در کتاب خود که راجع به اکسیددوگرین تدوین یافته در ظرف بلوری مسدود و مخصوصی (Cloche genre micro - schloesing) مطابق (شکل ۵) با افزایش



(شکل ۵)

اسیدسولفوریک رقیق بروی خون سورد آزمایش، گازهای موجود را آزاد می نماید. بنظر ترهو و لویموان تکمیل همین روش با سرعت نکات زیر امکان پذیر است: دستگاه از ظرف کوچک شیشه ای تشکیل یافته که سرپوشی از شیشه مسطح دهانه کاملاً هموار و سنباده ای آنرا می پوشاند. در داخل و وسط این ظرف سه برآمدگی کوچک تعبیه شده که میتوان کپسول شیشه ای مناسبی را بروی آن قرار داد. خون سورد آزمایش را پس از رقیق نمودن ابتدا در ته ظرف ریخته و سپس اسیدسولفوریک را روی آن اضافه مینمایند و کپسول شیشه ای آنرا که دارای مقداری از محلول کلرور پالادیوم است بلافاصله روی زائده های درون ظرف نهاده و با سرپوشی شیشه ای آنرا محکم می نمایند. پالادیوم فلزی احیا شده را پس از شستشو بکلرور پالادیوم تبدیل نموده و بر روش کواوریمتری و بشکل یدور پالادیوم قرمز قهوه ای دوزاژ می نمایند.

در این سندها حجم بسیار کمی از خون مورد احتیاج بوده (۳ م. ل ویا کمتر) و بکمک دستگاه بسیار ساده و معرفهای معمولی می توان آنها را اجرا نمود. حساسیت این روشها بسیار زیاد بوده و همانطوریکه تشخیص اغمای اکسیددوکرین بکمک آنها میسر می باشد دوزاژ متادیر بسیار کم این سم در خون طبیعی نیز امکان پذیر است. بعدها تغییراتی بتوسط کارشناسان مختلف پیشنهاد شده است.

بادیناند (Badinand)، بوشرول (Boucherle) و سروسلات (Seruslat) پالادیوم فلزی احیا شده را در محلولی از کلرات دوپتاس و اسید کلرئیدریک حل نموده و بالاخره تعیین مقدار پالادیوم را با پولاروگراف انجام میدهند.

وینیولی - کریستودوفرتن - پالادیوم احیا شده را بروش کولوریمتری اندازه میگیرند بدون اینکه آنرا از کلرور پالادیوم جدا سازند بدین منظور به مخلوط از معرف فسفوسولید و تنگستیک اضافه مینمایند.

هاریر روشی نظیر طریقه وینیولی را پیشنهاد نموده که در آن از معرف آرسنوسولیدیک جهت دوزاژ پالادیوم استفاده میکنند. از لحاظ اختصاصی بودن طریقه باید دانست که واکنش احیای کلرور پالادیوم مانند تمام را کسیونهای متکی بر پریدید احیا این عیب را می تواند داشته باشد که بوسیله سایر مواد احیا کننده نیز ممکنست این عمل صورت گیرد.

بین مواد مختلفی که ممکنست در خون وجود داشته و فشار بخار آنها بحدی باشد که بتواند بروی معرف کلرور پالادیوم تأثیر کند میتوان به آلدئیدآستیک فکر نمود. این ماده از متابولیسم طبیعی بدن حاصل شده و بمقادیر کم در خون وجود دارد ولی آزمایشهاییکه بتوسط فایر - تروهو و برود (Berrod) روی محلولهای حاوی این ترکیب انجام گرفته نشان داده است که حتی در مواردی که غلظت آلدئیدآستیک بیش از مقادیری باشد که احتمال وجود آن در چنین غلظتی در خون می رود خطرات ایجاد اشتباه مهمی در میان نخواهد بود.

حتی با عبور وژن سولفور نیز جواب حاصله کاملاً دقیق نخواهد بود زیرا H_2S با کلرور پالادیوم تولید سولفورسیا پالادیوم را مینماید که فقط در تیزاب سلطانی محلول بوده و پس از انحلال در حلال اخیر میتوان آنرا بروش کلی دوزاژ پالادیوم اندازه گرفت. به همین سبب توصیه شده که طرق متکی بر احیا کلرور پالادیوم با استفاده از خون تازه انجام گیرد و خونهای مانده و فاسد شده صلاحیت آزمایشی را نخواهد داشت.

از مطالب بالا میتوان نتیجه گرفت که طرق متعددی جهت دوزاژ اکسیددوکرین خون وجود دارد. تمام این روشها در قسمت اول مقاله باختصار گفته شده و آنچه که اهمیت دارد

پیدا نمودن طریقه ایست که اجرای آن در آزمایشگاههای تجزیه مواد بیولوژیکی ممکن باشد. در این زمینه بنظر میسر می رسد که باختصار نکات اساسی چندی در مورد سمومیت با اکسیددو کربن و علائم آن ذکر کنیم:

در حالت طبیعی مقدار بسیار کمی از اکسیددو کربن درخون وجود دارد که میزان طبیعی آن مطابق نظریه اغلب کارشناسان بین $1/100$ م. ل. و $1/500$ م. ل. برای 100 میلی لیتر خون است. در سمومیت های مزمن میزان اکسیددو کربنی که درخون یافت میشود از $1/500$ م. ل. درصد بیشتر است ولی این نتیجه موقعی ارزش تشخیص دارد که سه علامت اساسی: آستی- سفاله و سرگیجه در بریض ظاهر شود.

در حقیقت آزمایشهای روزمره مقادیری در حدود $1-2$ میلی لیتر درصد از اکسیددو کربن درخون کم است که در استعمال دخانیات افراط میکنند دیده می شود.

بعقیده لوپر (Loeper) و همکارانش وجود مقادیری از اکسیددو کربن بین $1/500$ تا $2/1000$ م. ل. درصد م. ل. خون را میتوان حمل بروجود برخی بیماریهای متابولسمی نظیر تفرس اکسالیکم - دیابت و برخی انواع سرطان دانست. در چنین مواردی اکسیددو کربن خون دارای منشأ داخلی است.

سمومیت را موقعی حاد می نامند که میزان اکسیددو کربن از 500 م. ل. درصد خون بالاتر باشد.

حس شناسائی معمولا با زاء غلظتهائی در حدود 12 م. ل. از بین می رود و هنگامی که خون دارای $16-17$ م. ل. از اکسیددو کربن در هر صد م. ل. باشد مرگ فرا میرسد و در حقیقت در چنین حالتی $2/3$ هموگلوبین خون از گاز CO اشباع شده است.

بدیهی است که تمام متدهای بکار رفته در تعیین مقدار اکسیددو کربن خون دارای دقت یکسانی نیستند و حساسیت آنها بر حسب میزان اکسیددو کربن موجود در خون تغییر می کند. وقتی حالت اکسی کربونمی (Li'Oxycarbonemie) نزدیک بطبیعی وجود دارد میزان دقت کاهش یافته و در مورد سمومیت های حاد و اغمای اکسیددو کربن حساسیت روشن افزایش می یابد.

در ممالک پیشرفت در سنوات اخیر بوسیله متخصصین طب کار و بهداشت صنعتی درخواستهای روزافزونی جهت دوزاژ اکسیددو کربن خون میشود و آزمایشگاههای تجزیه ناگزیر از اجرای روشهایی هستند که انجام آنها در شرایط آزمایشگاهی ممکن بوده و حتی در شهرهای بسیار کوچک نیز بکار بستن آنها امکان پذیر باشد.

بنظر تروهو ولوسوان متدهای روزمره آزمایشگاهی باید حائز شرایط زیر باشد:

- اجرای آنها ساده بوده و در مدت کمی قابل اجرا باشد.

- از معرفها و لوازم کم ارزش و معمولی استفاده شود.

- امکان اجرای آزمایشهای متعدد روی مقادیر کمی از خون وجود داشته باشد:

- حساسیت متد بحدی باشد که در موارد مسمومیتهای مزمن نیز جواب کافی بدهد.

روش ولف که سالهای متمادی است بتوسط عنده زیادی از بیولوژیستها اجرا میگردد

از سادگی کافی برخوردار بوده ولی حساسیت آن در مورد دوزاژ مقادیر کمی اکسیددوکرین که در حالات مسمومیت مزمن با این اسم پیش میآید کافی نیست.

طرق مبتکی بر اساس انتشار گازهای موجود در خون در مجاورت ملحی از اسلح پالادیوم

باینکه در موارد غیر اختصاصی دیگری نیز بندرت ممکنست جواب بدهد دارای شرایط لازم جهت اجرا در آزمایشگاههای کلینیک میباشد.

امروزه طرق مزبور بسیار مورد توجه میباشند بزرگترین مزیت این متدها امکان تشخیص

مسمومیتهای مزمن می باشد بعلاوه در مسمومیتهای حاد نیز میتوان با سرعت بیشتری جواب

لازم را تهیه نموده و بالنتیجه فرصت اقدامات درمانی سریعی را بطیب باقی گذاشت. از این

لحاظ بکار بستن متدهای جدیدی که در آنها از لوله های حاوی معرف پالادیوم جهت دوزاژ

اکسیددوکرین هوا و یا خون استفاده میشود فواید قابل توجهی دارد.

در خاتمه یادآوری این نکته ضروری است که امروزه تحقیق و بررسی مسمومیتهای ناشی

از اکسیددوکرین را با تعیین مقدار این گاز در هوا اجرا مینمایند. این آزمایش معمولاً در هوای

کارگاهها و مراکز صنعتی و معادن انجام میگردد.

تحقیقات روگتون (Roughton)، روبال (Roubal) و کریووکوا (Krivucova) این

مسئله را روشن نموده که در حقیقت نسبت ثابتی بین میزان کربوکسی هموگلوبین موجود در

خون و غلظت اکسیددوکرین هوای تنفسی وجود دارد و عبارت دیگر با اندازه گیری اکسید -

دوکرین هوای تنفسی در دستگاه انفرارژ میتوان بمیزان کربوکسی هموگلوبین خون پی برد.

References

1- Revue de L'hygiene professionnelle V. 14, No 4. 1962. Ottawa.

2- Les cours des certificats Superieurs et spécial de chimie Biologique.
à Paris.

3- Balthazard, V.

Bull. soc. chim. Biol., 6, 817 - 823, 1924.

4- Berrod, F.

Thèse de doctorat en pharmacie, Paris, 1953.

5- Conwy, J.

Microdiffusion analysis and volumetric error. Ed. Crosby, Lokwood and son, Ltd., Londres 4th, ed., 1950

6. Dakak, M.

Thèse de Doctorat en pharmacie, Paris 1954, (Laboratoire de Toxicologie et d'Hygiène industrielle de la Faculté de pharmacie de Paris.)

7- Grehan, N.

L'oxyde de carbone. Ed. Masson et Gacuthier - Villars, Paris, 1903.

8- Loeper, M., Gilbrin, E.

La Presse Medicale, 95, 1649 - 1680, 1939.

9- Fleury, P.

Fiches technique de chimie Biologique, 6 Supplement.

10- Nicloux, M.

Bull. soc. chim. Biol., 75, 57, 60, 1913.

11- Nicloux, M.

L'oxyde de carbone et l'intoxication oxycarbonique., Ed. Massno, Paris, 1932.