

**UNIVERSIDAD CENTRAL (MADRID)
FACULTAD DE MEDICINA**



TESIS DOCTORAL

La medicación electro-iónica

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

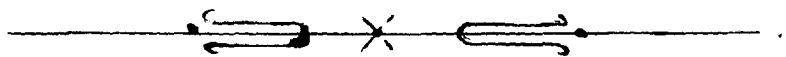
Amando Represa Navas

Madrid, 2015

Facultad de Medicina.

Tesis del Doctorado.

La medicación electro-ionica.



Amando Represa Novas.

1.

Respetable tribunal:

Las modernas teorías acerca de la
disolución y de los efectos del paso de la corriente
eléctrica por un electrolito, han sido el punto
de partida para que haciendo aplicaciones de
estos conocimientos se haya tratado por algunos
de utilizar una nueva vía de introducción de
medicamentos y una nueva forma de adminis-

traer estos. Vici y formas de medicación, que en muchas cosas sustituye con ventaja a los procedimientos hasta ahora conocidos, pues mediante ellos podremos limitar la acción de una determinada substancia medicamentosa, únicamente a la parte enferma que necesita sus efectos y librar al resto del organismo de la acción nociva que el medicamento pudiera ejercer sobre él.

Considerando que el estudio de esta forma de medicación es interesante y al mismo

tiempo de actualidad, fundado en los trabajos de Leduc, Desfossez, Martinet, Delherm, y Laquerrière, Wimmern y otros, me he decidido a hacer de ella materia de la presente tesis, que tengo el honor de presentar al fallo de tan respetable tribunal con feudo en su benevolencia.

I. Antecedentes históricos.

En dos grandes periodos puede dividirse la historia de la introducción de medicamentos a través de la piel por intermedio de la corriente eléctrica, los cuales se señalan por las ideas que en ellos se tenían como ciertas.

En el primero, se admitía la introducción en masa de los medicamentos a través de la piel, por intermedio de la corriente eléctrica. Este primer

5.
periodo se puede subdividir en dos etapas: en la 1.^a se creía que las sustancias atravesaban el organismo desde el polo positivo al negativo, lo cual recibió el nombre de cataforesis, y en la 2.^a viendo que algunas sustancias seguían una dirección contraria se admitió la anacforesis.

Pero más tarde y estudiando mejor estos fenómenos, se descubre que el transporte de las sustancias no se hace integralmente, sino que por efecto de la corriente se descomponen en dos clases de elementos los

cuales cada uno se dirige a un polo. Esto es lo que se llama *electrolysis* y desde su descubrimiento empieza el 2º periodo de la historia de esta forma de medicación.

Según Leduc la *cataforesis* existe, pero su papel es muy limitado bajo el punto de vista terapéutico y aunque Labatut niega su existencia, sin embargo no hay más remedio que admitirla, pues así lo demuestran las experiencias de M. Foveau de Courmelles, el fenómeno de Forret (1) y las observaciones de Du Bois

(1) En una cuba de agua dividida en dos por un tabique permeable, al hacer pasar una corriente eléctrica se ve aumentar el agua en la cuba negativa.

7.
Reymont.

Pero aun existiendo la cataforesis la mayor parte de los autores piensan como Lecluc y admiten que la introducción de medicamentos a través de la piel se hace no por cataforesis sino por electrolisis.

Vollet y Privati fueron los primeros que en 1750 trataron de poner en práctica esta medicación, pero a causa de la imperfección de los aparatos eléctricos que entonces se conocían tuvieron que

abandonar este estudio.

Al descubrirse la pila eléctrica fueron muchos los médicos que se dedicaron a tratar de introducir diversas sustancias en el organismo por este medio, y así tenemos que Bossi intenta introducir el mercurio, Fabre Palaprat el sulfato de quinina, Kleinke y Hausentsein el ioduro de potasio, Richardson la morfina y Stunk la estricnina. Laurent analizando las orinas encuentra en ellas las sustancias que se habían introdu-

4.
cido por este medio, Wagner y Corning intentan
la anestesia por el cloroformo y otros muchos inves-
tigadores como Munk, List, Morton, etc tratan
de introducir otras varias sustancias.

Pestot, Levy y Labatut, Courdanel y
Sarte fueron principalmente los que estudiaron
bien los fenómenos atribuidos a la catáfora y de-
mostraron con numerosas y memorables experiencias,
que el mecanismo de la introducción se hacía por
electrolisis, y Lemillieu, Guillot, Jung, Bergonie,

Borchert, etc. confirmaron con sus trabajos estas conclusiones. Finalmente Seduc ha hecho desaparecer la confusión que había en los trabajos anteriores y en los suyos detalla la técnica y resultados de esta nueva forma de medicación.

11.
II- Bases en que se funda la medicación
electro-ionica.

Son estas las modernas teorías acerca de las soluciones y de la constitución de la materia.

Según aquellas la materia se compone de moléculas que están separadas y no se tocan jamás, y las moléculas a su vez se componen de átomos.

En las combinaciones de la materia y en las soluciones de ella encontramos a veces fenómenos no

explicables ni por las moléculas, ni por los átomos, y en cambio explicables perfectamente por la teoría dada en 1886 por Svante Arrhenius, el cual admitió la existencia de un nuevo grupo de elementos que denominó iones. Los efectos de la corriente eléctrica sobre estos, la electrolisis del organismo y la posibilidad de hacer pasar los iones en su interior son, en unión de las nuevas teorías antes dichas, la base sobre la que se funda la introducción en el organismo de los medicamentos.

al estado de iones. Para darse cuenta de esta introducción es necesario conocer aunque no sea muy que a grandes rasgos las citadas bases de lo cual vamos a dar una ligera idea.

A - Breve reseña de la teoría de los iones

Una disolución, es una íntima mezcla entre un cuerpo disolvente que es líquido y otro cuerpo cualquiera que puede ser sólido, líquido, o gaseoso.

Mer. Van't Hoff ha dicho que en una

disolución las moléculas se conducen como las moléculas de un gas, y efectivamente se ve que son móviles unas con respecto a las otras, como en aquellos tienen tendencia a esparcirse por todo el volumen del disolvente, que es como si fuera el recipiente que encerrara el gas, y por último ejercen sobre los límites del espacio que las encierra una presión llamada osmótica que sigue las mismas leyes y tiene las mismas constantes que la presión de los gases.

15.

Tanto para los gases, como para las so-
luciones, la presión osmótica es proporcional a
la concentración y lo mismo en unos que en otros,
la presión a 0° para una concentración de una
molécula por litro es de 22 atmósferas y 3 centé-
simas.

Para los gases y vapores ha admitido
Avogadro en consideración a sus propiedades físic-
as que todos ellos a igual temperatura y pre-
sión tienen el mismo número de moléculas. Por

lo tanto, en virtud de esta ley se pueden saber los pesos moleculares de todos los cuerpos, pues son entre ellos como los pesos de los volúmenes iguales al estado gaseoso.

Por la crioscopia podemos contar el número de moléculas que tiene una solución por litro, es decir podemos saber su concentración molecular. Se acostumbra a tomar por solución normal la que tiene una concentración de una molécula por litro, y esta concentración hace reba-

por la congelación de las soluciones de azúcar, alcohol, etc 1º 85. De modo que el número de moléculas será proporcional al rebajamiento del punto de congelación.

Como hemos dicho anteriormente que la presión osmótica es proporcional al grado de concentración molecular, resulta que aquella también puede medirse por medio de la crioscopia. Para ello no hay más que multiplicar el número de moléculas que por litro tenga la solución.

por 22 atmósferas 3/100 centésimas, que como hemos dicho es la presión correspondiente a 0° de una solución normal.

Pero ocurre a veces en la práctica, que nos encontramos con soluciones que parecen tener mayor número de moléculas de las que en realidad tienen, pues presentan una presión osmótica más fuerte y una temperatura de congelación más baja que las calculadas por la concentración molecular. Estas soluciones son de sales ácidas

y bases y además dejaron pasar la corriente eléctrica por lo que se las llamó electrolitas.

Este hecho fue explicado por Arrhenius admitiendo que en estas soluciones cierto número de moléculas se dividían en fragmentos, los cuales contribuían como si fueran una molécula entera a rebajar el punto de congelación y a aumentar la presión. Esta disociación puede hacer dos o tres o más veces mayor el número de moléculas activas de una solución y

por tanto para obtener el grado de congelación y la presión osmótica reales es preciso multiplicar por 2 ó 3 ó más el número de moléculas en peso. A estos fragmentos de molécula que se conducen como si fueran moléculas enteras, es á lo que Arrhenius ha dado el nombre de iones.

Estos nos explican, además de lo dicho, otra multitud de hechos, entre otros, las alteraciones relativas al calor específico, pues si conforme á la ley de Dulong y Petit para elevar á un grado

La temperatura de un átomo es preciso $6^{\circ} A$, no se explica por que algunos compuestos necesitan más o menos que los que por el número de átomos que tienen le corresponde. La molécula de $SO_4 K^2$ (sulfato neutro de potasa) compuesta de 7 átomos necesitaría con arreglo a la ley dicha tantas veces $6, A$ como átomos tiene; es decir $42, 8$ y la experiencia demuestra que es suficiente con $33, 1$, lo cual hace suponer que la molécula se divide no en 7 átomos, sino en 3 fragmentos o iones de los cuales

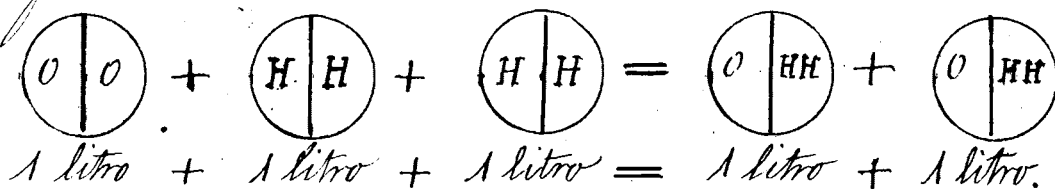
uno es complejo, aunque quera de las propiedades de los átomos y se llama radical. La molécula citada estará compuesta en esta forma:

$$\begin{array}{c} \text{S} \begin{array}{l} \circ \\ \circ \end{array} \\ \text{---} \end{array} + \begin{array}{c} \circ \\ \circ \end{array} + \begin{array}{c} \text{K} \\ \text{K} \end{array}$$

en la cual el grupo $\text{S} \begin{array}{l} \circ \\ \circ \end{array}$ es el radical.

También nos explicamos por esta nueva forma de constitución de la materia el porqué parece que algunas veces no se cumple la ley de Avogadro referente a gases y vapores, por ejemplo, en la formación de agua al estado de vapor en que con un litro de oxígeno y dos de hidrógeno no se forma un litro de vapor.

de agua como sería de esperar, si cada molécula de litro de oxígeno se combinara con dos de los litros de hidrógeno para formar una molécula de agua, sino que se forman dos litros, lo cual es explicable admitiendo que cada molécula de O y lo mismo las de H se dividen en dos partes y cada una funciona como si fuera una molécula entera. Es decir, en esta forma:



De modo, que según acabamos de ver la teoría de Arrhenius parece suficiente a explicar ciertos fenómenos que no son explicables, ni por los átomos, ni por las moléculas. Por ello adoptamos la noción del ión, ó parte disociada de la molécula, átomo ó radical que se encuentra en un estado particular, pues ni está combinado, (pues si lo estuviera no nos explicaría los fenómenos referidos) ni aunque se encuentra libre se da a conocer por los caracteres del cuerpo a que corresponde.

25.
El ión es un átomo o radical, más una carga eléctrica, cuando pierde ésta, recobra sus propiedades y tiende a combinarse.

El número de iones de una solución depende del grado de dilución de ésta y aumenta con él, llegando un momento en que la dilución alcanza un cierto grado y todas las moléculas se disocian.

Se da el nombre de coeficiente de disociación, al número de veces que por disociación aumenta el número de moléculas activas de una solución.

26.

Jamás cambia la composición química de los iones aunque la cantidad de sol disuelta sea mayor o menor. En Zn^+ Cu nunca habrá más que Zn^+ y Cu y nunca se separará de O^+

Las propiedades más curiosas de los iones nos las revela la corriente eléctrica, como veremos en continuación

B Los iones y la electricidad.

Las soluciones de oxidos sales y bases que

conducen la electricidad reciben el nombre de electrolitos: son las únicas que la transportan, pues las de otras sustancias como azucar, etc no la conducen.

Para hacer pasar la corriente eléctrica por una solución se introducen los polos en ella, recibiendo el polo de entrada el nombre de ánodo, y el de salida el de cátodo. Una vez hecha pasar la corriente, se ve que los elementos de la solución se dividen en dos partes; una que se dirige al ánodo y otra que se dirige al cátodo. Al ánodo se dirigen los radi-

sales ácidos (R) y el hidróxido (OH) remontando la corriente eléctrica y al cátodo se dirigen los metales (M) y radicales metálicos y el hidrógeno (H) siguiendo la dirección de la corriente.

Por este medio se ha comprobado que la composición de las sales es (R.M), la de los ácidos (R.H) y la de las bases (OH.M).

Estas partes constituyentes de los electrolitos que por el paso de la corriente se dirigen a uno u otro polo, han sido llamadas por Faraday iones, que quie-

re decir viajeros. Y estos iones son las mismas involucradas por Arrhenius para dar la explicación del por qué en algunas soluciones la crioscopia demostraba que tenían mayor número de moléculas que el que en realidad tenían. Las soluciones en que esto pasa son precisamente las electrolíticas, pues en las que no conducen la electricidad no se observa nada.

Esto ha hecho pensar que la electricidad se conducía en el interior de las soluciones por medio de las iones, puesto que aquellas que no las tienen no

30.
las conducen. El mecanismo de la conducción es el siguiente: unas iones están cargadas de electricidad negativa y son los que se dirigen al polo positivo, ó ánodo, por lo cual se les llama aniones y otras iones están cargadas de electricidad positiva y por lo tanto se dirigen al polo negativo, ó cátodo, recibiendo el nombre de cationes. En el momento que las iones se ponen en contacto con los polos pierden su carga y dejan de ser tales iones, convirtiéndose en simples átomos ó radicales, que poseen todas las propiedades de los

cuerpos a' que pertenecen y que tienen tendencia a combinarse con átomos, ó radicales de otros cuerpos. De modo que lo que caracteriza al ion es su carga eléctrica, por ella permanece aislado y por ella conduce la electricidad.

Según lo dicho, toda solución electrolítica contiene tres clases de partículas que son: moléculas neutras, aniones y cationes. Para representar a' estos últimos, se acostumbra poner el signo positivo ó negativo encima del símbolo que le corresponda,

por ejemplo, el anión iodo se le representa por \bar{I} y el
 catión potasio por \bar{K} , y así con todos.

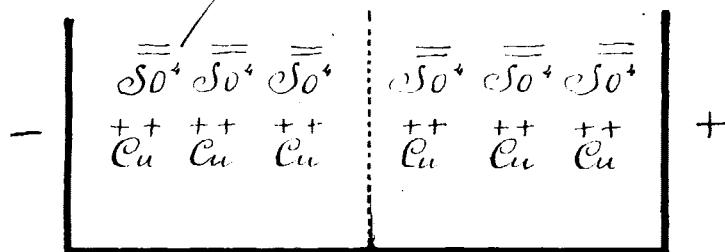
Para terminar de darnos completa cuenta
 de lo que sucede en una solución electrolítica al paso
 de la corriente eléctrica, daremos cuenta del ingenioso
 simul que Mr. Jones de Londres publicó en la
 "Lancet." Representa a una solución electrolíti-
 ca por una sala de baile en la cual hay varias
 parejas danzando (las moléculas neutras) y varias
 damas y caballeros aislados (los iones). En el mo-

mento que el baile termina, las damas se dirigen a un extremo del salón donde hay un gran espejo y los caballeros se dirigen al otro extremo donde está el buffet y las parejas que hasta entonces estaban unidas, se desunen para seguir después el movimiento iniciado, presentando entonces la sala el aspecto de una solución electrolítica cuando por ella pasa una corriente.

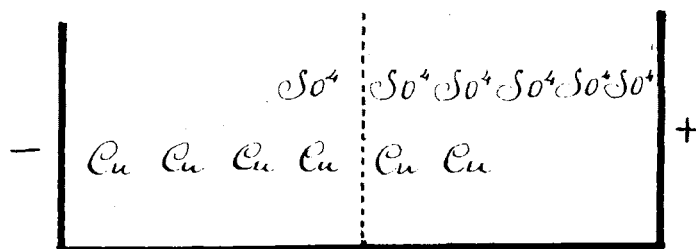
Los iones se mueven con velocidades diferentes, que parece guardar relación con su peso molecular

y está en razón inversa de él. Esta diferencia de velocidad se deduce del siguiente experimento. Si en una cuba dividida en dos por un tabique poroso ponemos una solución electrolítica, por ejemplo, de sulfato de cobre y hacemos pasar una corriente, después que esta cesa nos encontramos que la parte negativa de la cuba ha perdido $\frac{2}{3}$ de la concentración y la parte positiva solamente $\frac{1}{3}$, lo cual únicamente se explica según lo ha hecho Hittorf admitiendo que el anión SO_4 se mueve dos veces más ligero que el,

cación Cu y por tanto que mientras uno de este atraviesa el tubo, lo hacen dos de aquel según puede verse en los siguientes esquemas.

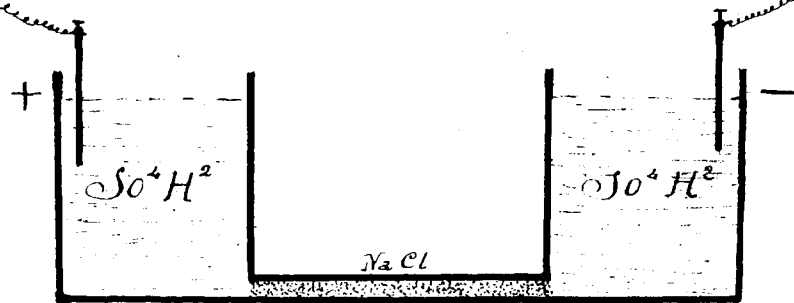


Antes de pasar la corriente



Después de pasar la corriente

Lodge ha ideado un procedimiento para medir esta diferencia de velocidad consistente en colocar dos cubas unidas por un tubo.



Experiencia de Lodge.

En las cubas se hecha la solución electrolítica, por ejemplo, de ácido sulfúrico ($SO_4 H^2$) y en

el tubo se coloca gelatina: con un poco de cloruro de sodio alcalinizado ligeramente y coloreada con fenoltaleína. Este tubo tiene que decolorarse en los dos extremos porque el catión H^+ al llegar al tubo se combina con el cloro del $NaCl$ y forma ácido clorhídrico que decolora y porque el anión SO_4^{2-} se combina con el sodio y forma sulfato de sosa que también decolora la fenoltaleína, porque la sosa igualmente la decolora, pero esta decoloración avanza más o menos rápidamente según la velocidad de los iones.

Se hace pasar la corriente y se ve que la decoloración de la gelatina se hace con más rapidez en el extremo positivo que en el negativo; de lo cual deducimos que H se mueve tres veces más rápido que SO_4 .

Otro procedimiento de averiguar la diferente velocidad de los iones consiste en medir la pérdida de concentración de las soluciones como hemos visto anteriormente en la cuba que contenía SO_4 Cu.

Las soluciones de sustancias no electrolíticas son un obstáculo al paso y a la velocidad de las iones, como sucede por ejemplo, con la gelatina, la cual cuanto más concentrada, más dificultad ofrece al paso de las iones.

Las iones pueden atravesar membranas y tubos porosos, como lo demuestra en el experimento citado anteriormente de una cuba dividida en dos por un tubique poroso el que en una parte aumentó la concentración y en otra disminuyó.

20.

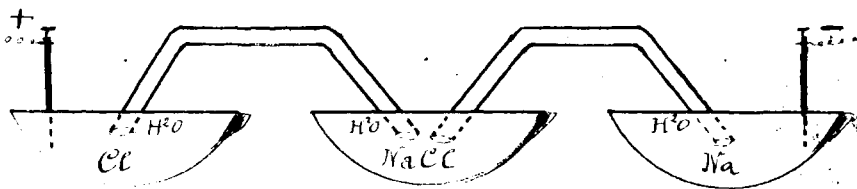
Para demostrar la penetración de los iones en los medios inertes, se han verificado numerosas experiencias de las cuales citaremos como mas importantes las de Hittorf, Emich y Chertsky.

Hittorf coloca tres capsulas puestas en comunicacion por dos tubos de barro rellenos de arcilla humeda del siguiente modo.



21.

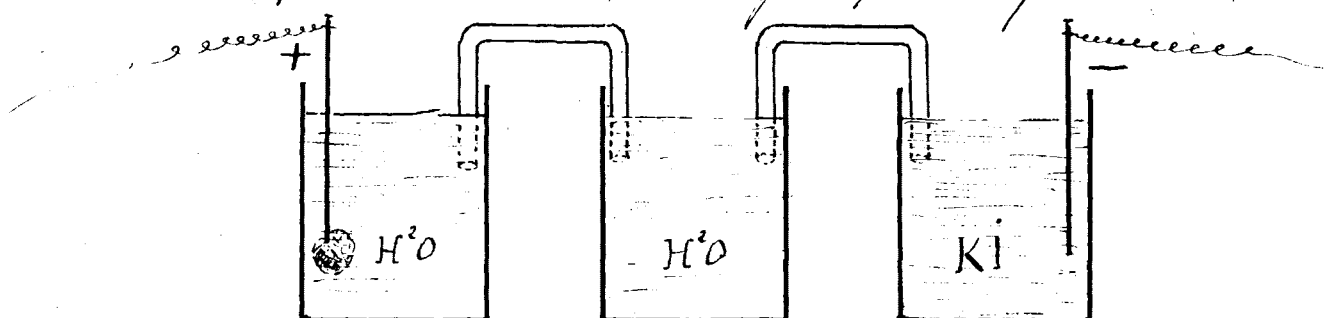
De manera que en la cámara central hay una
disolución de cloruro de sodio y en las laterales, agua
y los electrodos. Después de hacer pasar la corriente
nos encontramos con que la cámara que recibe el polo
positivo contiene cloro y la del negativo sodio



Lo cual demuestra que estos iones han estado
saliendo por los tubos llenos de arcilla

22.

Las experiencias de Couch consisten en colocar tres vasos puestos en comunicacion por dos tubos de barro llenos de algodón hidrófilo empapado en agua. El 1.^o vaso contiene agua y el polo positivo, al extremo del cual se pone un trozo de patata cocida; el 2.^o vaso contiene solamente agua, y el 3.^o una solución de yoduro potásico al 10 x 100 y el polo negativo.



43.

Se hace pasar una corriente de $1^{\frac{1}{2}}$ m A y al cabo de 3, 45 horas se observa la coloración azul de la patata. Esta coloración no es debida a que el iodo pase por capilaridad por los algodones, pues variando las condiciones de la experiencia y sumergiendo los dos polos en la cuba que solo contiene agua y la patata, transcurridas 48 horas en observarse esta coloración.

Las experiencias de Chatoky son hechas sobre la patata. Se toma una patata cocida y se le hace un hueco que se llena de iodo potasio. En

24.

un extremo de la patata se pone el polo positivo y en el otro el negativo, y haciendo pasar la corriente se ve la coloración azul que el iodo da, en el polo positivo. Esta experiencia demuestra además, del paso de las iones a través de la patata, lo que son las acciones polares de contacto u de vecindad, pues en el sitio de introducción del polo positivo la reacción es más intensa que en los alrededores. Además, demuestra la cualidad de las iones, de no dar reacción alguna mientras son tales iones, pues no producen coloración mas que en contacto

25.

del electrodo, es decir, cuando pierden su carga eléctrica y quedan como simples átomos.

Chatsky hace otra experiencia, para demostrar que una corriente de agua por débil que sea arrastra los iones y no da la reacción, suavando como consecuencia de esto la imposibilidad de que los iones penetren en el organismo, pues siempre se encuentra con algún vaso que hiciera el oficio de la corriente de agua del experimento.

Si las condiciones del organismo fueran las

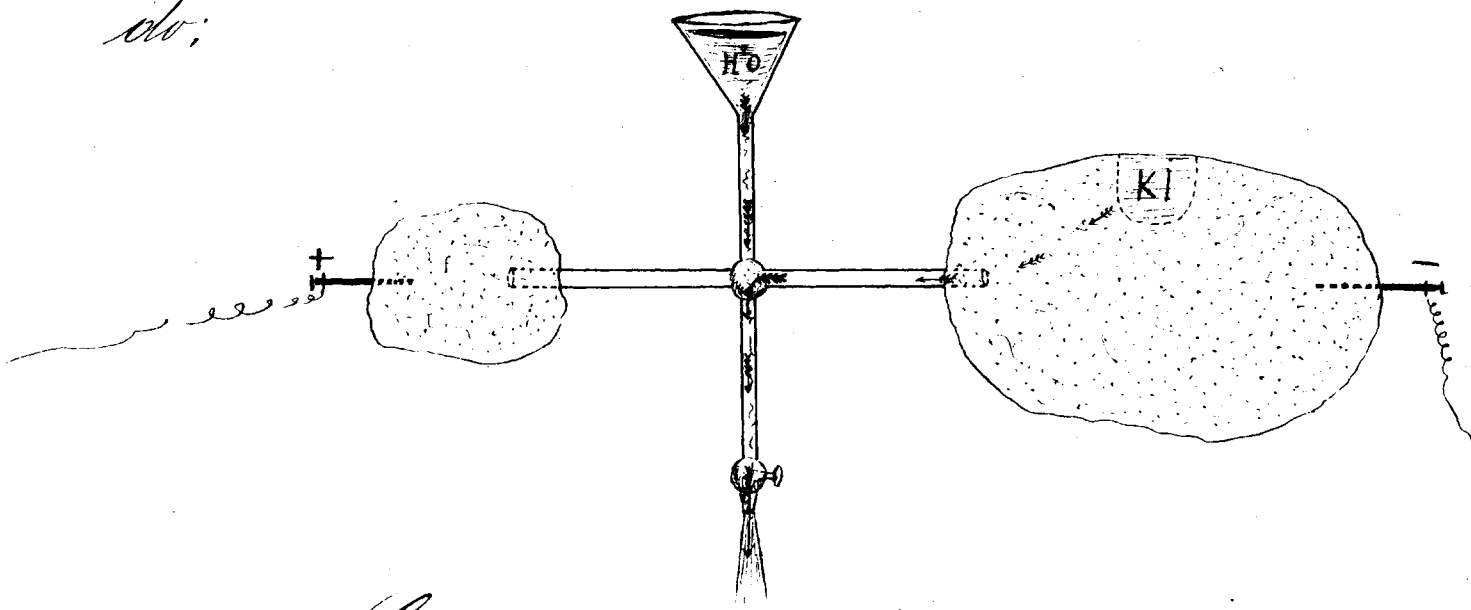
26.

mismas que las del experimento, no vacilaria en admitir la conclusion de Chatelky; pero creo que difieren mucho, pues este hace el experimento de la manera siguiente:

Toma una pastata cocida y hace un hueco en ella que llena de ioduro potasico y la pone en comunicacion con el polo negativo. Otro pedazo mas pequeño, le pone igualmente en comunicacion con el polo positivo y le une al mayor por medio de un tubo de vidrio en cruz del siguiente mo

27

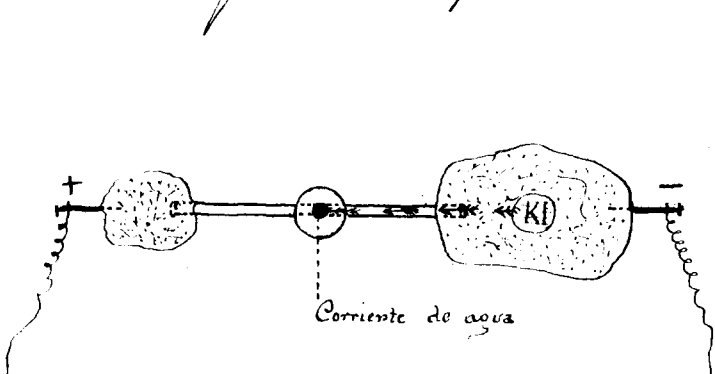
do:



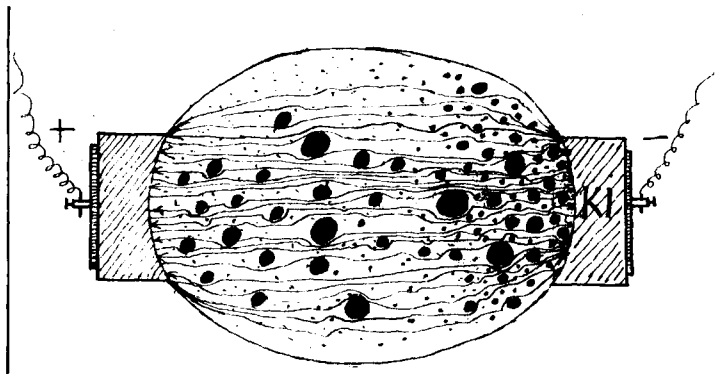
Con esta disposicion los iones tienen que extra-
versar indefectiblemente por la corriente y por lo tanto
tienen que ser arrastrados por ella. Mientras que en
el organismo si se encuentran un vaso no tienen que

48.

atravesarlo sino bordearlo, pues rodeando al vaso se encuentran tejidos por los cuales pueden seguir caminando, de modo que las condiciones del organismo no son las mismas que las del experimento como puede verse en las siguientes esquemas:



Disposicion de la experiencia de Chatzky



Disposicion del organismo

29.

No solamente los iones atraviesan por las sustancias inertes, sino que lo hacen también por los tejidos orgánicos muertos, hecho demostrado en las mismas experiencias de Chabokky, tapicando la cavidad hecha en la patata con piel de pollo y vertiendo sobre ella el iodo-potásico, lo cual no alteraba en nada los resultados del paso de la corriente y por tanto de los iones.

Sabatut también ha demostrado el paso de los iones a través de los tejidos muertos, operando sobre

un gluteo de caballo, en el que halló por medio del análisis espectral la sustancia que trató de introducir, que fue el litio.

Según estas experiencias, vemos la posibilidad de que los iones, atraviesen los cuerpos inertes (arcilla, algodón, patata, etc) y los tejidos muertos, y más adelante veremos como penetran también en el organismo, pero antes es necesario decir si conoces sus propiedades electrolíticas de este.

Q. La electrolisis de los tejidos vivos.

Estando el organismo constituido por un conjunto de células bañadas de plasma y siendo la composición de éste en su mayor parte una solución clorurada sódica, puede considerarse al organismo como una solución de este electrolito y por lo tanto todo lo dicho con relación a éste es aplicable a aquél. Por lo tanto el paso de la corriente eléctrica a través del organismo, es el paso de la corriente a través de un electrolito y es nece-

sario estudiar los efectos de ésta en las superficies de entrada y salida y en el interior del organismo.

Estos efectos varían según la clase de electrodo que empleemos y en general pueden dividirse en tres ordenes: Primero, desplazamiento del cloro al polo positivo y del sodio al negativo; Segundo: en el polo positivo formación de ácido clorhídrico entre el cloro y el hidrógeno del agua y desplazamiento del oxígeno de ésta, y en el negativo descomposición del sodio que forma sosa y des-

predominio de hidrógeno: Tercero: la acción que sobre la piel ejercen los ácidos y bases formados en contacto de los polos, cuando están en cantidad suficiente.

Cuando empleamos electrodos inatacables como los de carbón, platino, etc, los efectos de la electrolisis del organismo son según acabamos de decir, en el interior del mismo el desplazamiento del cloro hacia un polo y del sodio al otro, en la superficie de entrada, formación del ácido clorhídrico.

54.

drico y desprendimiento de oxígeno y en la de salida formación de sosa y desprendimiento de hidrógeno. Y cuando el ácido y la base están en cantidad suficiente producirán causticaciones respectivamente en las superficies de entrada y salida.

Si empleamos electrodos de metales, tales como cables zinc, cobre, etc, entonces, el primero y segundo ordenes de fenómenos, se producirá del mismo modo que en el caso anterior. Pero en la superficie de entrada, ó sea el polo positivo, el ácido

formado atacará al metal y formará una sal de metal del electrolito que da lugar a fenómenos de igual naturaleza que los que presentan los electrolitos electrolíticos y por lo tanto el metal disuelto por el ácido, penetra en el organismo bajo la forma de ion y substituyen a los iones de cloro que salen. En la superficie de salida de la corriente, se producen los mismos fenómenos que en el caso anterior porque las bases no atacan los metales.

Si empleamos como electrolito una solu-

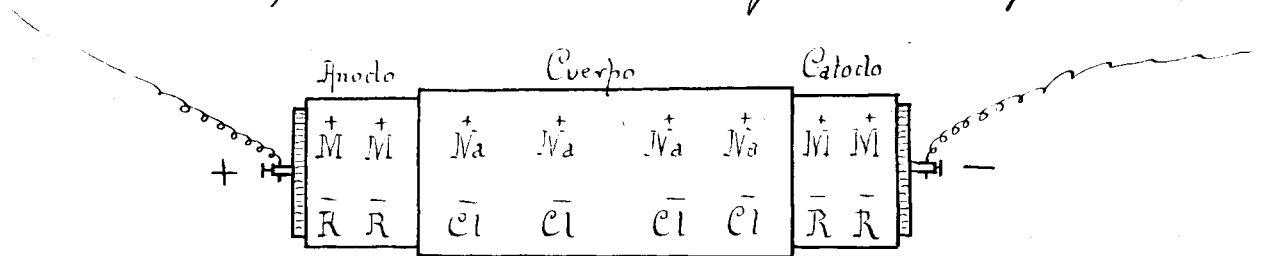
ción electrolítica la cual puede explicarse en forma de baño, o impregnando un tejido esponjoso, entonces puede considerarse este caso como el de tres cubas separadas por tabiques permeables y que contienen soluciones diferentes, y por lo tanto el paso de la corriente eléctrica producirá cambios iónicos entre el cuerpo y los electrodos. En el interior del organismo el efecto en un principio será el mismo que en los casos anteriores y el cloro irá al polo positivo y el sodio al negativo. En la superficie de

entrada el electrodo desprende sus cationes, que penetran en el organismo y recoge las aniones de este y en la de salida sucede lo contrario, pudiéndose por tanto introducir en el cuerpo cationes mediante el ánodo y aniones, y mediante el cátodo.

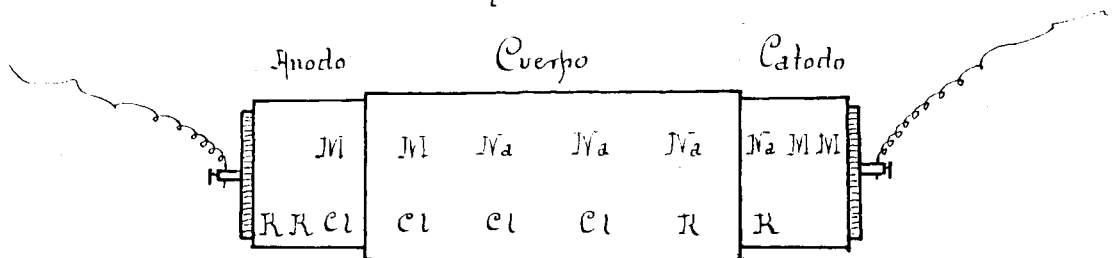
Para las sales, estando estas formadas según hemos dicho de un radical ácido o alógeno \bar{A} electronegativo y de un metal M^+ electropositivo, resulta que el radical ácido penetrará mediante el cátodo y el metal mediante el

58.

anodo, como puede verse en el siguiente esquema.



Antes de pasar la corriente

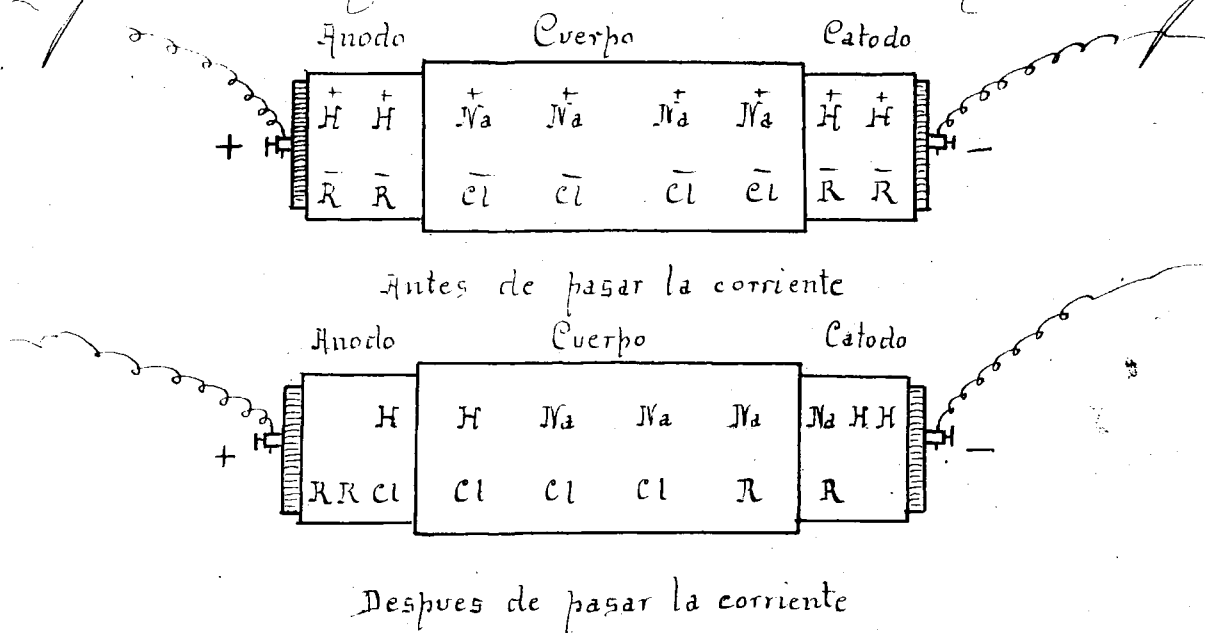


Despues de pasar la corriente

En el caso que se use una solución salina

como electrodo, los efectos quedan reducidos al mínimo y por esto se utiliza esta solución cuando es necesario poner un electrodo indiferente. De modo, que en resumen, los electrolitos salinos introducen mediante el cátodo sus radicales ácidos que substituyen al cloro y obran como los sales de sodio correspondientes, ioduros, sulfatos, fosfatos, salicilatos, etc y mediante el ánodo introducen el metal que substituye al sodio y obra como si fuera el cloruro correspondiente, potásico, amónico, bórico, etc.

Para los efectos estudiados estos formados por H electro positivo y el radical R electro negativo, resulta que el hidrógeno penetraría mediante el anodo y el radical mediante el cátodo del modo siguientes



61.

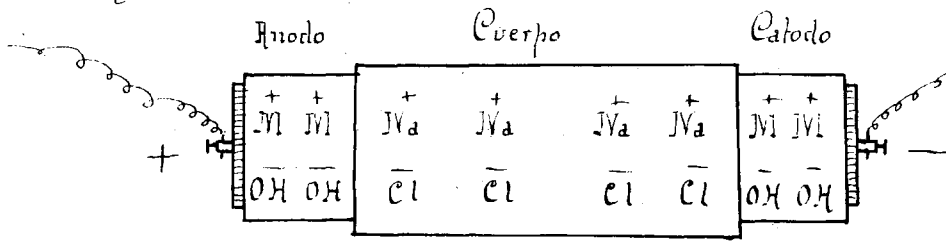
De modo que introducido el ion H en el organismo mediante el anodo, sustituyendo al sodio, producirá con los radicales ácidos de la economía, el ácido correspondiente. ¿Con el radical ácido sucederá lo que en el caso anterior?

Todos los ácidos estando convenientemente diluidos producen sobre la piel los mismos efectos.

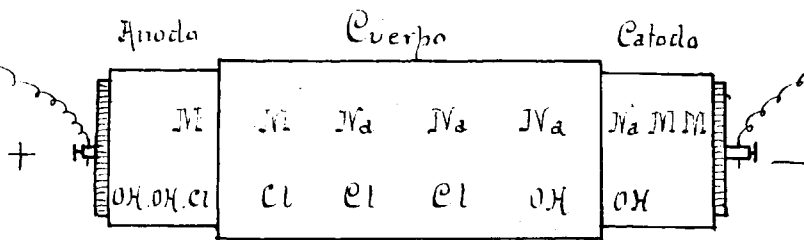
Para las soluciones básicas compuestas del hidróxido electronegativo OH y el metal electropositivo M, los iones del hidróxido se introducen

62

en la economía mediante el cátodo y el metal me-
diante el ánodo.



Antes de pasar la corriente



Después de pasar la corriente

Como se ve, el hidróxido sustituye al cloro

de la economía, dando lugar con los metales de ella a la formación de las bases correspondientes. El metal produce los mismos efectos que si se tratare de electrodos salinos.

Los fenómenos que la corriente eléctrica ejerce en el interior del organismo, consisten en disociar el cloruro de sodio de los plasmas celulares, y hacer marchar el cloro al polo positivo y el sodio al negativo, y como las células están separadas unas de otras por su membrana de envoltura,

64.

resulta que el interior del organismo se asemeja a una reunión de cubas electrolíticas separadas por tabiques permeables. Todas las células perderán por un lado un anión y ganarán un catión, y por el otro lado perderán un catión y ganarán un anión; pero como la composición del plasma es la misma, resulta que la composición química de las células de la profundidad del organismo no se altera y estos cambios iónicos lo que hacen es activar su nutrición. Las células periféricas:

son las que sufren cambios en su composición química, como hemos visto más atrás, cambios que no solamente se limitan a la superficie de aplicación del electrodo, sino que se irradian en una zona más o menos extensa, aunque perdiendo en intensidad a medida que se alejan del punto de aplicación, lo cual constituyen las llamadas zonas polares de vecindad.

Lo dicho hasta aquí, son deducciones teóricas de comparar los tejidos vivos a los electrolitos,

pues según Leduc "los conocimientos adquiridos por el estudio de los electrolitos, les son directamente aplicables"

Estas deducciones teóricas tienen su sanción experimental, como veremos inmediatamente.

D. - Demostración experimental de la penetración de los iones en el organismo por medio de la corriente eléctrica

La penetración de los iones en el orga-

mismo se demuestra experimentalmente en los animales y por el análisis de las orinas y ciertos efectos fisiológicos en el hombre.

Para demostrar esta penetración se debe verificar el experimento siguiente: Coloca dos conejos en el circuito de una corriente continua de manera que dicha corriente penetre por el lado izquierdo del 1º y salga por el lado derecho y en seguida penetre por el lado izquierdo del 2º y salga por su lado derecho. El electrodo de entrada del

1º y el de salida del 2º están impregnados de una solución de cloruro de sodio, y los electrodos intermedios de una solución de sulfato de estricnina, de modo que la corriente entra en el primero por un ánodo de cloruro de sodio y sale por un cátodo de estricnina y en el segundo entra por un ánodo de estricnina y sale por un cátodo de cloruro de sodio.

Haciendo pasar una corriente, se ve que el conejo que tiene la estricnina al ánodo, es objeto de accesos tetánicos típicos, que van en aumento hasta

producir la muerte. En cambio el conejo 1^o permanece inalterable. Sustituyendo el conejo muerto por otro, repetimos la experiencia cambiando solamente el sentido de la corriente y entonces es el conejo 1^o el que muere.

De modo que se ve que la solución de estroncia no produce efectos más que cuando sirve de ánodo.

Colocando los conejos en la misma disposición se sustituyen los electrodos de estroncia por otros de cloruro de sodio, y los de cloruro de sodio por otros de cianuro de potasio, y haciendo pasar la corriente se

vería sucumbir al conejo que tiene el ciomuro en el ca-
 todo. Estas experiencias sirvieron a Ledue para con-
 tatar a los que explicaban los efectos de la penetración
 por absorción cutánea, pues si así fuera sucumbirían
 los dos conejos, puesto que ambos tienen las solucio-
 nes venenosas en contacto de su piel y sin embargo se
 ve que no sucumbe mas que aquel que la tiene en el po-
 lo apropiado para la penetración.

Otros autores, tambien han probado la pene-
 tración iónica en los animales y entre ellos tenemos a

71.

Labatut, que operando sobre el conejo le introdujo cierta cantidad de arseniato de ura que despues fue descubierta por el aparato de March.

Ensch repite sus experiencias substituyendo las mechas de algodón hidrófilo metidas en tubos de barro por una rama que monta a caballo sobre el borde de los dos cubos, de modo que una parte quede introducida en la cuba que contiene la solución de ioduro potásico y la otra en la que contiene el agua y la patata, y se ve que esta se pone

ocul al cabo de unos 50 minutos de hacer pasar una corriente de 4 u 8 mA. Esto demuestra que el ion iodo penetra a través de la rana por medio de la corriente eléctrica pues por simple difusión hubiera tardado más de dos horas en hacerlo.

Hubert demostró la penetración electroiónica por medio de la fibrocarfina, la cual produce una abundante secreción sudoral y Oker-Blom ha podido establecer la penetración del iodo potasio en el cuerpo del ratón.

Otro modo de demostrar la penetración de las iones en el organismo por medio de la corriente eléctrica, consiste en el empleo de iones coloreadas, como por ejemplo el ión permangánico. Si colocamos dos electrodos empapados de una solución de permanganato potásico sobre una región cualquiera del cuerpo y hacemos pasar la corriente, observamos que el permanganato penetra en el organismo por el sitio de salida de la corriente, es decir, mediante el cátodo, y debajo de él se nota una reunión de puntitos mo-

74.

renos debidos a aquel mientras que bajo el anodo no se nota nada.

Estos puntitos no se pueden quitar por el lavado, lo que prueba que están profundamente en la piel. Además la topografía de este punteado demuestra la vía de penetración de los iones en el organismo como veremos más adelante.

Combiando los electrodos de permanganato por otros de cloruro de oro, entonces se ve que este penetra mediante el anodo.

La demostración experimental de la penetración electro-ionica en el hombre, consiste en suministrar su orina y buscar en ella el cuerpo que se trató de introducir, por cuyo procedimiento se ha llegado a conocer la penetración de los iones, a través de la piel humana.

Por este procedimiento se ha demostrado la absorción del litio por Lebartut, Bordier Destot Lavy y Chauvet, los cuales siguiendo diferentes procedimientos, en cuanto a la forma de introducción (electro-

das, intensidad, de la corriente, etc) han demostrado su presencia por el examen espectroscópico de la orina.

Lauret ha demostrado la penetración del ion iodo y después de asegurarse de que por simple inmersión del antebrazo en una solución de iodo y potasio no se obtenía ningún resultado, hizo pasar una corriente eléctrica y entonces comprobó la presencia del iodo en la orina, el cual se eliminaba más rápidamente que el litio.

Mediante el análisis espectral se ha ide-

mostrado por Leullieu, la presencia en las orinas del rubidio introducido electrolíticamente.

Bergonié primero y más modernamente Guichini y Bordet han encontrado el salicilato de sosa en las orinas en proporción suficiente para poder ser utilizado en terapéutica local.

Todas estas experimentales demuestran de una manera innegable que la penetración de los iones en el organismo es un hecho evidente, y que esta penetración se hace por medio de la corriente y no por absorción cutánea.

Una vez demostrado que los iones penetran en el organismo a través de la piel, restamos saber qué vía utilizan para llegar al interior. Esta vía de penetración ha sido señalada por Seduc en las glándulas sudoríferas entre otras cosas, en que la introducción del ion permanganico este se hallaba adosado en otros elementos, y Sherman admite lo mismo que Seduc para el caso de metileno. Cuffier y Maurel admiten que la penetración se hace de un modo algo más difuso y haciendo el examen histológico, después de tratar de introducir el biparrotle

ha demostrado que la penetración se hacía por las glandulas, vainas de los pelos y revestimiento epitelial.

Respecto a la profundidad de penetración hay diversas hipótesis y depende de la naturaleza del ion.

Leclerc divide estas en difusibles y no difusibles, segun que se queden en el sitio de introducción, o que rápidamente se produzcan efectos generales, lo que prueba que se han difundido en la economía.

Cruvier y Moret usando como electrodos una solución de Vijarroth al 1% y haciendo pasar una

corriente de 8 m.A. durante 40 minutos, comprobáronse por el examen histológico la coloración de la piel, pero el tejido celular subcutáneo permaneció intacto.

Los mismos resultados han dado otras experiencias hechas con el nitrato de plata y el ion salicílico, pues en ninguno de estos casos se ha podido demostrar la presencia de lesiones, ni en el tejido celular subcutáneo, ni más allá de él, lo cual parece indicar que las iones quedan retenidas en la piel y de allí pasan a los tejidos, no por introducción electrolítica, sino por absorción.

que se verificará de una manera más o menos rápida.

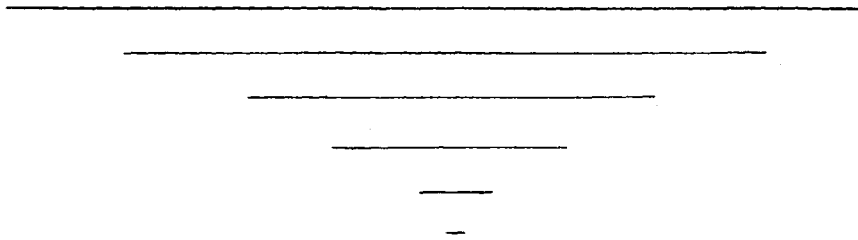
Según Cuffier y Morante esta penetración superficial, no está en contradicción con los resultados obtenidos por Leclue y demuestran dos acciones diferentes de los iones: 1° La acción medicinal por vía dérmica que queda limitada a la piel sobre los medicamentos difusibles que producen efectos generales después de pasar a la circulación, y 2° La acción debida a los fenómenos biológicos que se producen por

el paso de la corriente independiente de la solución empleada. De tal suerte que la acción profunda no es debida a la presencia del medicamento, sino a la acción osmótica provocada por el cambio de iones en el organismo."

Para terminar este punto, señalaremos la posibilidad de que las sustancias electrolíticas contenidas en el organismo puedan salir de él siguiendo las leyes de la electrolisis, hecho que Guillery y Bordier han llevado a la práctica tratando de extraer varias iones

83

noisy.



III = La medicación iónica.

Demostrada experimentalmente la penetración de los iones en el organismo por medio de la corriente eléctrica se comprende que aprovechándose de estas propiedades se puede instituir una forma de medicación que introduzca el medicamento a través de la piel en forma de iones que actuarán directamente sobre la parte enferma.

Y puesto que todas las acciones químicas de las sustancias medicamentosas son debidas, casi exclusivamente a los iones, es el ion, según Ledue, el grupo importante a conocer en medicina para explicar las acciones tóxicas y farmacológicas.

Los fosfuros, por ejemplo, son tóxicos, y los fosfatos no, y sin embargo los dos deben su acción al fósforo: pero en los fosfuros forma parte de un ion aislado y en los fosfatos de un ion complejo PbO^+ cuyos propiedades son diferentes de las del ion fósforo.

De modo que siendo el ión el que determina el efecto terapéutico, la medicación iónica sería por tanto la más racional y la que ha de sustituir, cuando las circunstancias lo permitieran, a las demás formas de administrar medicamentos.

A. Psicología de los iones. = Cuando se trata de introducir un medicamento en el organismo, es necesario saber a qué dosis debe administrarse y tratándose de iones, la dosis es la cantidad de medicamento transportada por la corriente eléctrica.

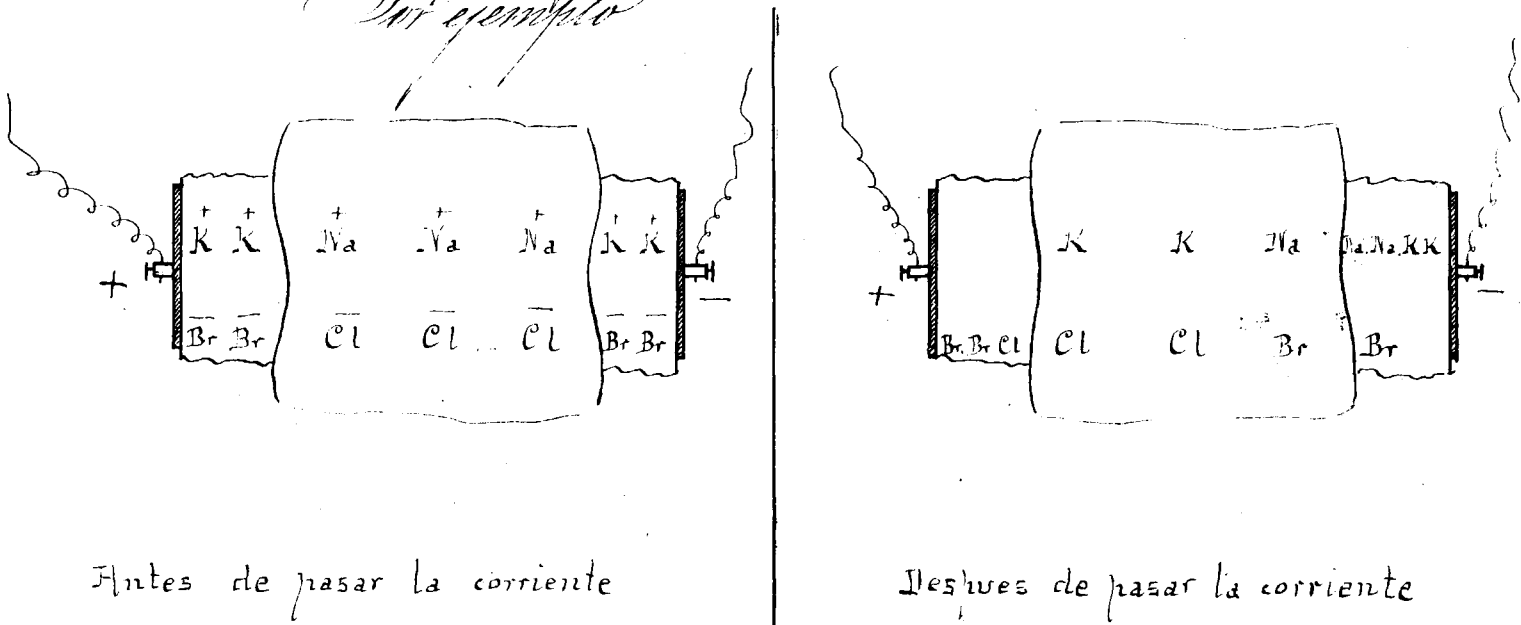
Teóricamente es fácil calcularlo, pues depende de la intensidad de la corriente, del tiempo de aplicación y de las velocidades de los iones que han de ser transportados.

A mayor intensidad, mayor cantidad de iones se movilizarán y a mayor tiempo de aplicación mayor será también el número de iones transportados; de tal manera que para transportar un número dado de iones, por ejemplo 10, nos podemos valer de dos métodos; un gran intensidad y poco tiempo

po de aplicación o poca intensidad y mucho tiempo de aplicación

Esto por lo que se refiere a un mismo ion, pues tratándose de iones diferentes es necesario tener en cuenta, según Lortue sus velocidades de ellos que según hemos visto es diferente.

Por ejemplo



Antes de pasar la corriente

Después de pasar la corriente

Estando representado el cuerpo por una solución de cloruro de sodio, y las electrodos por una solución de bromuro potásico, se vé que mientras un ion de Bromo atraviesa mediante el cátodo, atraviesan dos de Potasio mediante el ánodo, de modo que el ion K se mueve con una velocidad doble que Br. pues el tiempo y la intensidad han sido los mismos.

Se deduce concluye que en general siendo v la velocidad de un ion, w la del otro, el peso de iones introducido en el cuerpo por una cantidad G de electricidad,

90.

es $\frac{u}{v+u} Ce$ para el ion de velocidad u , y $\frac{v}{v+u} Ce$ para el de velocidad v . La cantidad de electricidad empleada es igual al producto IA (intensidad por el tiempo), e representa el equivalente electro-químico de la sustancia ó sea el peso de un cuerpo transportado por un culombe.

Est. equivalente es importante para calcular la cantidad de iones que se desprenden, pues según se deduce de las experiencias de Faraday, los pesos de sustancia desprendida son proporcionalmente á los equivalentes.

tes químicas, los cuales dividiéndolos por 96.537, ó sea el número de culombs necesarios para transportar un equivalente químico de sustancia, dan el equivalente electro-químico.

Es decir, que con 96.537 culombs se transportan 10 de mercurio, 23 de sodio, 7 de litio; etc. porque 10, 23 y 7 son los equivalentes químicos de dichas sustancias.

Los equivalentes electro-químicos se encuentran en las tablas y a continuación damos los de algunas sustancias según Guilleminot

Ag	1.117		Li	0.07268
----	-------	--	----	---------

92.

Gv	0.36728	Hg	1.27
Cu	0.32709	O	0.08286
H	0.01038	K	0.40539
I	1.313	Na	0.23873

De modo que multiplicando el número de culombes empleados por el equivalente electro-químico se obtiene la cantidad de sustancia transportada.

Leimann hace intervenir en este problema a la concentración de las soluciones, aunque Sedue dice que esto no tiene importancia ninguna en cuanto a

lo que se refiere a la penetración de mayor o menor cantidad de sustancia.

En resumen; de un modo exacto no se puede evaluar la cantidad de sustancia que hacemos pasar por medio de la corriente eléctrica; pero para las fines prácticas pensemos como Delherm y Laqueriere y consideremos como suficiente a resolver el problema, la intensidad de electricidad empleada y el tiempo de aplicación ó sea el número de coulombs gastados, y el equivalente electro-químico de la sustancia, puesto que éste se obtiene del equivalente químico

91.

y según Faraday este es el cociente de la mayor ó menor velocidad del paso de los diferentes iones

B. Acciones iónicas. — Las acciones iónicas no solo varían con cada ion, sino con la cantidad de estos y el tiempo de aplicación. Dosis moderada, aumento de vitalidad y dosis mayor produce una mortificación.

Dividiremos estas acciones en locales y generales.

i. Acciones Locales. = Son las más importantes, pues debiendo sustituir en medicina los tratamientos locales.

por los generales siempre que sea posible, nada mejor que la medicación electro-iónica para conseguir perfectamente este objeto. Por medio de ella podemos introducir en las células toda la serie de iones y obtener los efectos que ellos producen y da excelentes resultados, sobre todo, en la curación de las úlceras sobre las cuales podemos hacer actuar y penetrar los iones antisépticos que por medio de pomadas u otras preparaciones no lo conseguiríamos, pues casi todos los antisépticos energicos son coagulantes de la albumina y una vez coa-

quedada la primera capa de esta, ya no pueden actuar profundamente.

Hay que señalar entre los efectos locales en primer lugar la acción antiséptica del polo positivo debido según ha demostrado Apostoli y Lequerrere a la presencia del cloro la formación de ácidos y al desprendimiento de oxígeno sea al estado de oxeno, o de agua oxigenada.

Otra acción local muy importante para poder ser utilizada, es la acción coagulante de todos los

metales pesados, pero en especial del ion zinc, propiedad empleada en el tratamiento de los aneurismas, de angiomias, metrorragias, etc. substituyendo al ánodo de platino por estar demostrado experimentalmente que es mejor coagulante que este último.

Practicada la electrolisis del suero con un tubo de plata, se ve el coágulo espumoso desprenderse del ánodo y subir a la superficie; mientras que hecha con dos tubos de zinc se obtiene un coágulo duro y homogéneo que aun desprendido del ánodo conserva

la forma de un cilindro hueco. Se demuestra también esta acción coagulante porque un anodo de zinc forma un coágulo compacto y adherente en una mezcla tan diluida de albúmina y agua, que el calor no hace más que enturbiar.

Para todos los usos en general se produce en el sitio de la aplicación un poco de rubicundez con sensación de calor que en algunas cosas llega después de la sesión a ocasionar un ligero prurito siendo estas fermentos sensibles variables según el ion introducido.

y así se observa que mientras el ión salicílico es bien tolerado, los iones cloro, bromo y yodo producen un ligero escozor, el litio algo de comezón y la aplicación es más dolorosa cuando se trata de introducir los iones calcio, bario, manganeso, zinc, hierro y cobre y es más dolorosa con el ión H y mucho más con el ión carbónico.

Otros iones producen la congestión de los orificios glandulares y dan un aspecto purificado a la región, estando entre estos el bromo, el litio, hierro y manganeso.

200.

El ion permanganico tambien da un aspecto punterudo de la region, pero no es por congestión de las glándulas como los anteriores, sino porque se precipita en ellas.

Otra de las acciones de los iones consiste en las reacciones que provocan en la piel que llegan a constituir verdaderas lesiones que evolucionan con una lentitud análoga a las producidas por los rayos Roentgen.

Las soluciones acuosas contienen las glándulas

202.

de la piel debajo del amodo, cauterización debida a la penetración del ion H y las soluciones básicas. La cauterización debajo del cutículo por introducirse por este sitio el ion OH. Los mismos efectos que este produce el ion oxupre.

Los iones de los metales alcalino terrosos producen la cauterización de los tejidos con lesiones bien características, y cuya intensidad va en aumento del calcio, estroncio y bario y son debidas a la formación con los iones carbonicos, fosforicos, sulfuricos, etc

802

de los tejidos de sales insolubles de calcio, estroncio ó bario.

Segun Ledue, la superficie de introducción está en este caso muy blanca como si los tejidos estuvieran impregnados de carbomato, sulfato ó fosfato de calcio y al siguiente día de la introducción se pone negra y equimótica para manifestarse al tercer día un edema elástico que aumenta en espesor y adquiere la forma de un cono truncado cuyo contorno es equimótico y negro. Segun la induración del edema y al desprenderse la escara queda una

úlcera sobre una base indurada análoga a un chancro sifilítico cuya reparación comienza a los 15 días de la introducción para obtener al mes una cicatriz sobre una base fuertemente indurada análoga a la de los chancros dichos.

La cocaina y la estroquina producen una anemia persistente con edema no elástico que al desaparecer queda en su lugar una parálisis vascular, dando a la región por espacio de 15 días un color rojo brillante. Al cabo de esto se descama

804.

en largas películas quedando la piel de un color rojo amarillento.

El cromo produce una inflamación periglandular que da lugar a una erupción papulosa extendida al rededor del electrodo. Al cabo de tres semanas desaparecen las lesiones, por descomposición y dejando ó no cicatriz, según la intensidad de la corriente.

El litio á dosis mayores que las empleadas en terapéutica produce al rededor de los orificios glandulares una corona de púrpura que tarda algunas

105.

sembradas en desaparecer

El ion sulfúrico produce uno de los más curiosos efectos, pues introducido durante 45 minutos con 10 mA deja una superficie seca y pergamina-da brillante, que se ennegrece conservando su aspecto pulido y al cabo de tres semanas se desprende, quedando bajo ella una piel sana.

El ion arsenioso no produce los mismos efectos que el ion arsenico, pues en aquel da lugar a la produccion de una erupcion herpetiforme y este no.

806.

b. Acciones generales = Estas son menos nume-
rosas y menos importantes que las locales y dependen de
la disponibilidad iónica. Cuanto más disponible sea
un ion, tanto mayor será la acción que ejerce sobre
el organismo. Hay iones que apenas son disponibles
como el permanganato que se queda formando un
precipitado en las glándulas de la región por donde
se introduce y en cambio otros tan disponibles como
los alcaloides en general, la estricnina que mata a
un conejo al poco rato de su aplicación.

107.

Los efectos generales de la terapéutica iónica, no son los mismos que aquellas que da el medicamento ingerido por la vía gástrica e introducido subcutáneamente, pues según Seduc, las iones introducidas eléctricamente sustituyen a los del organismo, mientras que los introducidos por los otros procedimientos se agregan a los de él. Parece probable que algunos medicamentos introducidos por electrolisis no se introducen en el torrente circulatorio, sino directamente en las plasmas celulares, como sucede con la cocaína.

que produce la anestesia solo en el sitio de aplicación.

En cambio otros si que van al torrente circulatorio como se ve con la auroreolina que en el momento que se inicia la absorción vascular se ven aparecer unas líneas muy blancas que señalan el trayecto de las venas eferentes.

Sabemos que la corriente eléctrica se propaga en el organismo por la doble corriente de iones, pues bien, siempre que sometamos a un individuo a la corriente eléctrica todos sus elementos celulares estarán en continuo cambio de iones con los inmediatos

809.

y este cambio redundará en beneficio de su nutrición: de aquí que la favorable acción trófica de las corrientes eléctricas puede considerarse también como una acción iónica general.

Acción iónica general (en parte) es la acción electrolytica de las iones, que modifica las esclerosis y resuelve los residuos de la inflamación y cuya acción estudiaremos detalladamente mas adelante.

C = Técnica general de su aplicación

Para poner en práctica el tratamiento electro-

iónico; es necesario no solo tener el material preciso, sino tener algunos conocimientos de electricidad para mayor seguridad en el manejo de los aparatos y hacer la explicación con todo el cuidado y esmero posible para evitar accidentes.

Esto es muy complicado y solo requiere una corriente eléctrica, electrodos apropiados y la sustancia activa.

a = Corriente eléctrica = Debe tener una intensidad de unos 100 milimperios con una tensión

188.

de 30 a 40 voltios capaces de vencer la resistencia del organismo.

Se puede obtener esta corriente de las pilas, acumuladores o corrientes urbanas.

Las pilas ya sabemos que están constituidas por cierto número de elementos, los cuales están formados por una solución electrolítica que baña a dos trozos conductores que son los polos; de estos, el negativo, es de metal atacable, generalmente de zinc, y el positivo está constituido por una sustancia inatacable como el,

carbon, etc.

Las diversas variedades de pilas estriban en la solución electrolítica que se elige, pues siempre se prefiere la que da mayor fuerza electromotriz y evita la polarización que ocasiona el hidrógeno cuando el electrolito es una solución ácida.

La resistencia interior que ofrecen las pilas es tanto mas débil cuanto mas gruesa es esta, es decir, cuanto la sección del conductor es mas grande y como para las aplicaciones médicas se requiere una cierta intensidad,

183.
c.c.

de ahí que no sirven los elementos pequeños que ofrecen una gran resistencia.

Para una instalación de un consultorio, es muy bueno la pila Leclanche que es la más usada para timbres, teléfonos, etc; pero como su fuerza electromotriz es de 1.48 voltios, necesitamos de 20 a 30 elementos para proporcionarnos los 30 a 45, que necesitamos para nuestro objeto.

Como esta clase de pilas no puede ser transportada, para llevar a casa del enfermo, son necesarias

1864.

aparatos más portátiles y Selham y Loquiere dicen haber obtenido buenos resultados con las pilas de bisulfato de mercurio de Puffe, y que les parece que las del nuevo modelo de líquido de manganeso y cloruro de zinc del mismo constructor han de tener mayor duración.

Para evitar las sacudidas bruscas que la corriente determina sobre el sujeto si se introduce o suprime de un solo golpe, se emplean los resistores (de los cuales hablaremos más adelante) y los colectores.

Estos que generalmente van colocados en la tapa de las cajas que encierran las pilas, se componen de una serie de contactos dispuestos en cuadrante y puestos en comunicación sucesivamente con cada uno de los elementos que componen la pila. Uno de los conductores se fija a uno de los extremos del cuadrante y el otro se puede poner en comunicación con cada uno de los contactos, por intermedio de una manilla móvil, dispuesta de tal modo que la comunicación con el elemento n.º 3, por ejemplo, se

186.

establece antes que se quite la comunicación con el n.º 2.

De este modo se puede introducir de una manera gradual y progresiva toda la fuerza electro-motriz que proporcionen las pilas sin que el enfermo experimente sacudidas bruscas de la corriente, ni molestias de ningún género?

Los acumuladores, como su nombre indica, son aparatos que almacenan la electricidad sobre placas de plomo tapicadas de óxido de plomo y sumergidas en ácido sulfúrico diluido. La electricidad necesaria para

887.

recargarlos se les suministran las pilas, o las máquinas
dinamo-eléctricas, y para recargarlos, el médico puede
de hacerlo por sí mismo, o enviarlos a recargar
a una fábrica de electricidad.

Siendo la fuerza electro-motriz de un accu-
lador de 2 voltios, necesitamos para la mediación
iónica 20 a 30 acumuladores, que nos den los vol-
tios que necesitamos.

Las corrientes urbanas pueden también
utilizarse, aunque hay autores que no las recomen-

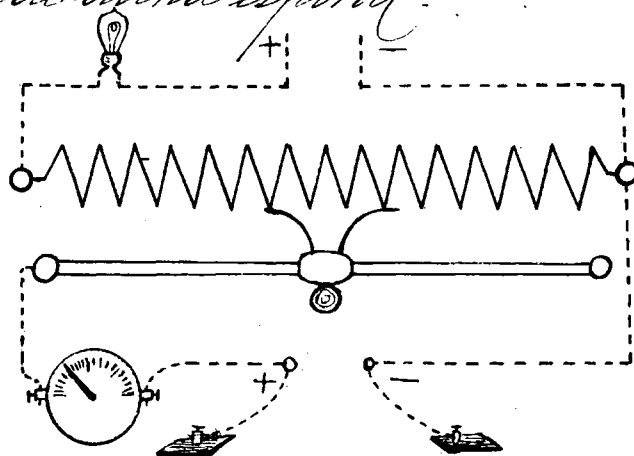
jam porque dicen que además de otros peligros, dan lugar a secundarias brucos, trepidaciones, etc, que pueden ser peligrosas para el paciente.

Para hacer uso de esta fuente de electricidad es necesario el empleo de aparatos especiales reductores de potencial, o resistores.

Los resistores usuales están constituidos por un hilo poco conductor que suele ser de níquel enrollado de espiral y que se interpone en el circuito. Al pasar la corriente por él, como encuentra una

889.

gran resistencia, se debilita su intensidad en mayor o menor grado, según la longitud del espiral de Nilo que tenga que atravesar, lo cual se consigue a voluntad gracias a una manilla móvil que dirigiéndose a derecha o a izquierda permite introducir en el circuito más o menor cantidad de dicha espiral.



Esquema de una instalación de terapéutica iónica.

Los reductores de potencial son derivaciones de gran resistencia que hacen variar en su trayecto y gradualmente el potencial. Un reductor de potencial que sirva para 110 voltios puede ser utilizado para una corriente de 220, colocándolo en medio una lampara de incandescencia de 110 voltios.

Cuando la corriente urbana es alterna hay que usar un transformador que se compone de un motor de corriente alterna que hace funcionar un dinamo de corriente continua.

Cuando se trate de un pueblo pequeño en que no haya corriente mas que las horas de noche, hay necesidad del empleo de acumuladores que se cargarán durante las horas que haya corriente para utilizarlos por el día.

b. Aparatos de medida y electrodos.

Para las aplicaciones terapéuticas son indispensables los aparatos de medida para que el médico pueda observar de una manera exacta la cantidad de electricidad empleada. En forma dicho

al tratar de la cantidad de iones transportada por electricidad que uno de los factores de que depende es la intensidad de la corriente, por lo cual se comprenderá lo importante que es el definir exactamente este

Los aparatos destinados a medir la intensidad eléctrica son los galvanómetros los cuales para ser utilizados en fines médicos están divididos en milamperios y casi todos se fundan en la propiedad que tiene una aguja inmovitada de po-

123.

nerse perpendicular a un conductor que pase cerca de ella ó viceversa.

Los miliamperímetros hoy día usados se llaman aperiódicos por la exactitud y rapidez con que su aguja marca la intensidad, y entre los más usados está el de Ohmval que fue quien se ideó.

Como la fuerza electromotriz es proporcional a la intensidad, con el mismo aparato de medir ésta, se puede hacer lo con aquella, sin más que graduarse en voltios.

124.

Para unir los sujetos con las fuentes de energía, se usan conductores eléctricos recubiertos de una vaina aisladora que suele ser de goma, colora, y casi se ve en estos aparatos, que es de color verde el que se pone en comunicación con el polo positivo, y rojo el que lo está con el negativo. La longitud de estos tubos, debe ser de un metro y medio próximamente, de la suficiente finura y flexibilidad y que estén bien fijos a los puntos donde terminen. Para asegurar esta fijera en la unión, el extremo que se une con,

el generador, lo llevará por medio de clavijas metálicas, y en el otro extremo por medio de una solidadura sólida a una placa de estano. Deben desecharse los conductores, que en este extremo también se unen por clavija, pues un movimiento brusco, o cualquiera otra circunstancia puede desunirle y ser causa de una brusca sacudida que comprometa la medicación. La placa de estano debe ser muy flexible para de este modo poder acomodarse bien a las diferentes curvas del organismo

y se deberá tener varias placas de distintas formas, sol-
dadas a hilos para las diferentes partes del cuerpo (mano,
codo, estribo, muslo, codo, etc.).

Los electrodos, o sea la parte de los conducto-
res que se pone inmediatamente en contacto con el
individuo, pueden estar constituidos por sustancias
insolubles (carbon) por sustancias solubles (zinc
cobre) o por soluciones electrolíticas. Estas pueden
aplicarse directamente en forma de baño, o seguir
el procedimiento de Leduc que hace empapar

127.

con ellos un tejido del algodón hidrófilo que dobla-
da 14 ó 16 veces se aplica sobre la piel, ó también, se-
gún han ensayado Delherm y Esquerriere con
resultados satisfactorios, por medio de barras medica-
mentosas calientes, empleando los electrodos de canilla
de *Oppostoli*.

Cuando empleamos como electrodo un ba-
ño, es necesario que la cubeta que le contiene sea
de una sustancia inatacable por los productos de
la electrolisis. Si empleamos como electrodo el teji-

do de algodón hidrófilo que aconseja Lecluc, cuidaremos en primer lugar de que sea lo suficientemente espeso para evitar el paso de iones extraños, que puedan venir de la placa metálica que ponemos sobre él, y en segundo lugar cuidaremos de poner esta placa, o del mismo metal que se va a introducir, o de un metal inatacable.

Los electrodos que actualmente venden en el comercio contruidos por una placa metálica y una piel de goma, deben ser rechazados en opi-

129.

muerte de Ledue por dar lugar a accidentes, como el
ocurrido a este autor en una experiencia donde tra-
taba de introducir un ión inofensivo y en la cual mu-
rió el animal, explicándose esta muerte inesperada
porque el electrodo había estado días antes impreg-
nado de una solución de estricnina, y aunque el
cuadrante le lavó cuidadosamente, sin embargo no
fue esto suficiente por lo que se vio al volver a usar.

En cuanto a la concentración de las solu-
ciones electrolíticas empleadas como electrodos no

tiene importancia bajo el punto de vista de la introducción de los wires, pues ya hemos visto que dependen de otros factores, pero sí también por los efectos directos que pueden causar sobre la piel al colocarlos sobre ella. Así no se pueden emplear ni fuertes concentraciones, ni los ácidos, ni las bases fuertes por el efecto caústico que sobre la piel producen independientemente de la corriente eléctrica. Además, estas sustancias son más activas cuanto más diluidas están y conducen mejor la elec-

131.

triciudad y previenen contra los iones parásitos cuando el grado de dilución es mayor por lo cual se les debe emplear menos de 1 por 1000

En cambio las sales neutras que no actúan directamente sobre la piel es ventajoso emplearlas en concentraciones fuertes de 1 a 1 p. p. porque así se disminuye la resistencia de los electrodos y se preserva mejor de los iones extraños

Es muy importante que cada electrodo reciba siempre el mismo polo, para lo cual como se

hilos, suelen ser de colores, en el electrodo se pondrá un papel en el cual con lápiz haremos una raya roja, ó verde según corresponda. Rojo al negativo porque el tubo es del mismo color y verde al positivo por la misma razón.

c. Precauciones y manera de aplicación

En la práctica de la medicación electroiónica es necesario ser tan minucioso, según Leduc, como en la de la asepsia. Si se hacen las soluciones activas (dice este autor) con agua filtrada cualquier-

na, si no se tiene un cuidado especial de la sustancia esponjosa que constituye el electrodo, no solamente no se obtendrá el efecto requerido sino que se producirá una acción diferente.

Para hacer las soluciones que hemos de emplear de electrodo, se harán con agua destilada y se conservarán en frascos cerrados. Los tejidos de algodón hidrófilo que se emplean para empaparlos de la solución activa deben ser minuciosamente lavados con agua destilada y de ninguna manera

131.

lavarlos con lejías de otras sustancias que los que-
dan impregnados de sales diferentes, si los que se
van a usar?

Para la introducción de la sustancia es
necesario elegir el polo apropiado, y así cuando se
trate de la introducción de metaloides y radica-
les ácidos, como son uniones, los pondremos en el
polo negativo y cuando se trate de metales y alen-
loides, como son cationes los pondremos en el positivo.

Para hacer la aplicación se coloca el en-

ferno en posición apropiada según la región enferma y se aplica sobre ésta un tejido de algodón hidrófilo doblado en 16 espesores e impregnado de la solución activa, y sobre el se coloca la placa de acero del polo elegido, o activo, sujetándolo todo ello con unas vueltas de venda. Si en vez de algodón, usamos como electrodo un baño, se introduce la parte enferma en éste y en el mismo se sumerge el polo elegido, usándolo como electrodo uno inalterable como el carbono. Hoy se construyen

136.

banos de diferentes formas apropiados para hacer aplicaciones en el pie, rodilla, muñeca, codo, etc

En el electrodo llamado indiferente se coloca una disolución de cloruro de sodio en un pedazo de algodón hidrófilo doblado 12 o 16 veces y se aplica sobre una región cualquiera del cuerpo.

Si deseamos circunscribir la superficie de aplicación a un solo punto, entonces pondremos sobre la parte una hoja de papel tafetán con un orificio en el centro del tamaño que deseamos y que

137.

dejara al descubierta solamente el punto donde se quiera hacer la aplicación.

Una vez colocados los electrodos en esta disposición se hace pasar la corriente, al principio con poca intensidad, y despues se va elevando esta hasta el límite que sea necesario; cuando se vaya a terminar la sesión temporera se suprimira la intensidad de una manera rápida y brusca sino gradual y metódica. El dolor no está en relación con la intensidad, sino con la velocidad con que se eleve,

esta y disminuye o desaparece cuando la intensidad alcanza su límite, citándose el caso de que si al principio se quejaba el enfermo con 10 m. A. después de $\frac{1}{4}$ de hora soportar sin dolor 100 m. A.

A veces los enfermos se quejan de dolor con intensidades relativamente débiles, y en este caso es necesario suspender la corriente, levantar el electrodo e inspeccionar la piel, en la cual encontraremos a veces la causa en un pequeño grano, verruga, etc, el cual se lavará y templará con una gota de

139.

colación pudiendo proseguir la aplicación que re-
sultaría indolora. Si inspeccionando la piel
no encontramos nada de particular, entonces es
necesario buscar la causa de que la aplicación re-
sulta dolorosa en el electrodo; muchas veces haciendo
más espesa la capa de algodón que la recu-
bre se evita que se produzca el dolor. Otras veces
el dolor depende de la clase de ión que se va a
introducir, y otras de la resistencia individual que
un enfermo soportará perfectamente 70 m. A. y

210.

otro con 30 no podría resistirlo?

La intensidad depende y debe guardar relación con la clase de ion que se va a introducir y al tiempo de aplicación. Este no debe ser mayor de 60 minutos ni menor de 30.

Como la piel se modifica a cada sesión, es necesario no hacer estas muy repetidas, para dar lugar a que se restablezca aquella, y como por otra parte la resistencia a la acción destructiva de la corriente y la tolerancia, dismi-

341.

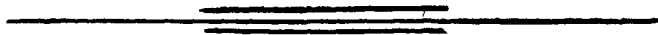
mujer con la repetición de sesiones, de ahí que el número de citas no debe ser mayor de 3 por semana.

En los tratamientos largos hay que hacer un descanso de tiempo en tiempo, o sino disminuir la intensidad, o la duración de las sesiones, o hacer estas más distanciadas entre sí, dos por semana y luego una.

Ultimamente en personas jóvenes es conveniente lavarlas el sitio de la aplicación con

122.

agua, jabon y itor para asegurar mejor el repar-
to de la corriente.



IV Aplicaciones de la medicación iónica.

Después de iniciada la teoría de las iones, y viendo por los resultados experimentales la posibilidad de hacerlas pasar al interior del organismo por medio de la corriente eléctrica, se empezaron a efectuar ensayos con este modo de medicación en las diferentes ramas de la patología, ensayos cuyos resultados vamos a exponer.

A En patología médica.

a. Gota. = El ión empleado para esta afección, ha sido

1622.

el litio, pues es el que mejor disuelve los depósitos gotosos y fue introducido por primera vez por Cadion en 1891 con resultado satisfactorio. Sus trabajos son objeto de numerosas objeciones por Guibier, el cual no encuentra el litio en la orina, hasta los trabajos de Leubert y Guille que le demuestran mediante el análisis espectral, pero siempre 24 horas después de introducido, lo que prueba que no pasa inmediatamente al torrente circulatorio.

Los resultados de estos tratamientos según estos autores, son superiores a los de administración del litio por la vía

digestión por dos razones: Primera, porque el litio introducido de esta manera permanece mucho más tiempo en contacto con la parte enferma que introducido por la vía bucal; pues según hemos visto no se le encuentra en las orinas hasta después de 24 horas y por tanto se halla en condiciones más favorables para disolver mejor el ácido úrico; y segundo porque la dosis que actúa por la parte enferma es mayor, pues si se administran 50 centigramos de carbonato de litio por la boca, aun suponiendo que se absorba todo, resulta que entran unos 5 centigramos de litio, los cuales se reparten

1216.

en toda la economía; mientras que si se introduce litio durante
se una hora, con una intensidad de 20 m A. Llegan a la
parte enferma 1 miligramos, o sea menos que por la boca, pe-
ro como se tiene que repartir en una extensión mucho más pe-
queña, de aquí que la dosis local sea mucho mayor por este
medio que por el otro.

La técnica de la introducción es sencilla.

La solución de litio debe aplicarse en forma de baño
para lo cual Labatut ha ideado aparatos muy ingeniosos que
sirven para la oreja, codo, etc. o empleando como electrodo el

217.

colgación hidrófila. La concentración de la solución es indiferente y se acostumbra a añadirle látex caústica.

La intensidad y el tiempo de aplicación varían según los autores; Labatut emplea 30 m. A. y Guillot Meunier 100, 150 y 200 m. A. con una duración de 30 minutos y hasta de una hora.

La solución de látex se colocará en el polo positivo.

Por este medio y según se desprende de 77 observaciones, de la tisis de Guillot se curan accesos agudos sin dejar ralaquia; desaparecen los empujamientos articulares en

unas 5 a 20 sesiones y disminuyen la intensidad y duración de los accesos posteriores modificándose el estado general.

B: Reumatismo. = El ion empleado es el salicílico, el cual lo fue primeramente por Bergonie y Broquet operando sobre la articulación tibio-tarsiana, y más tarde por Pordet y Lulichevici. Después de la aplicación Demigé practicó el examen de las orinas y encontró cantidades ciertas de ácido salicílico en las orinas emitidas desde el mediodía a la media noche del día de la sesión y no pudo identificar el ácido salicílico en las orinas emitidas desde

esta hora al mediodía siguiente.

La técnica empleada, es la que sigue: Solución al 3% en baño ó en algodón (mejor el baño) y colocada al polo negativo: 11, 40 ó 50 m. A. de intensidad y 45 ó 60 minutos de duración.

Los resultados pueden verse en las siguientes observaciones:

Observación 1^a (Bergoni y France).

Un enfermo de 30 años, que padeció una Menorraga que determinó artritis en los pies, rodillas, caderas, columna cervical y articulación temporomaxilar, la cual le

1850

obligó a guardar 3 meses cama y 6 de convalecencia.

En 1902 se reproducen las mismas manifestaciones y cuando se le somete al tratamiento electrolítico en 1903 los dolores son crueles y el enfermo tiene que ser llevado en una camilla. Se observa que todas las articulaciones están duras y embastardas, las articulaciones de los pies sobre todo son hinchadas y los movimientos tan limitados que la marcha y la estación de pie eran imposible.

Se empieza a cuidar el pie y la garganta del pie derecho. El 20 de Febrero la marcha con un

1891.

bastante es posible, cuando al principio del tratamiento no
pueda resistir ni aun la presión de las cubiertas de la cama.
Puede hacer sin dolor numerosas movimientos de flexión y
extensión. La mejoría es manifiesta en esta articulación,
sometida al tratamiento, las otras siguen lo mismo.

Observación 2.^a (Benjamin y Bergues)

Otro enfermo de 43 años padecía dolores reuma-
toidales por crisis generalizadas de todas las articulaciones,
que debían entre ellas durar o tres meses de remisión. En
mano y muñeca derecha están duras y los movimientos

1852.

dolorosos y limitados.

Se hace la electricación simple de la muñeca izquierda y la electrolisis de la derecha; y se ve que esta no tarda en disminuir de volumen; adquiere movimientos; y al cabo de un mes está curada; mientras que en la izquierda no se nota mejora.

Observación 3^a (Benjamin y Berques)

Otro enfermo de 10 años es tratado de una contractura de la cadera derecha y mejora después de 6 sesiones.

Se movió que el son salicilico penetra y los auto-

nos no titubemos en asegurar que la electrolysis es superior a la electricación simple.

Observación 4^a (Bordet y Loubichini).

Un enfermo de 50 años que sufre una violenta crisis de reumatismo que le tiene sometido en una impotencia absoluta. Ha tomado salicilato por la vía digestiva, calmanse los dolores, especialmente los de los miembros y manos. Los nodos permanecen muy dolorosa, tumefacta, y dolores sin que el paciente pueda hacer ningún movimiento. Se someten a la ionización sa-

licidia 1/2 hora tres veces por semana, y a la 6.^a sesión los dolores se atenúan; la inflamación disminuye y los movimientos aparecen progresivamente; a la 10.^a sesión puede andar con muletas, y cinco semanas más tarde no es sensible nada de las rodillas.

Observación 5.^a (Bordet y Quilichini)

Otro con artrosis en la muñeca derecha y la garra del pie izquierdo con muchos dolores y movimientos imposibles. Desde la 3.^a sesión los dolores disminuyen, la inflamación se hace menor y al cabo de 8 sesiones puede andar.

sin muletas, y servida de su mano.

Observación 6^a (Bergonie y Troques)

Chico con reumatismo de la escapula izquierda; en
 inflamación esterno-clavicular y muñeca izquierda. En la
 1.^a sesión se nota una ligera mejoría que es muy marcada
 a la 3.^a; y el enfermo cura a la 9.^a

Observación 7.^a (Bordet y Quilichini)

Un enfermo con contracturas reumáticas del tronco y
 sinovitis fibrinosa de las vrinas de los codos y tibial
 anterior, fue curado en 10 sesiones.

El ión salicílico es como se ha visto de excelentes resultados en las afecciones reumáticas, pero es necesario aplicarlo en un período sub-agudo o crónico. No solamente atenúa los dolores y evita el paso a la cronicidad, sino que tiene una marcada acción tófica y motora, y Defosse y Martinet han visto enfermos que después de la ionización salicilica han recuperado movimientos perdidos, sobre todo de las articulaciones superficiales.

El reumatismo crónico deformante es el único que hasta aquí se ha mostrado rebelde a este medio de

tratamiento, lo cual no quiere decir que sea ineficaz absolutamente, pues se obtiene todas las veces en general una ligera mejoría, pero tiene que ser con sesiones muy prolongadas y frecuentes.

e. Sistema nervioso. La medicación iónica en sus afecciones de este sistema, ha sido aplicada en las afecciones cerebrales, neurastenia, neuralgias y otras.

La introducción de las iones, en el cerebro ha sido debida a Leduc, el cual ha demostrado que es el órgano más profundo más accesible a la penetración de ellos y que

el único peligro que existe, que es el vértigo y el síncope, se evitan haciendo la aplicación simétricamente y evitando toda variación rápida de intensidad de la corriente.

El modo de hacer la aplicación consiste en tener al enfermo sentado en una silla cuyo respaldo puede caerse para en caso de sobrevener el síncope poder poner inmediatamente al enfermo en posición horizontal. Con objeto de repartir bien simétricamente la corriente, se colocan los electrodos impregnados de la solución electrolítica sobre la frente en comunicación con la base de cráneo del polo activo, y se sujetan

todo con una venda. El polo indiferente se coloca bien sobre la nuca ó sobre el dorso, pero en la línea media.

Es necesario cuidar de elevar la intensidad con alguna lentitud al fin de evitar el dolor y malestar que causarían su elevación rápida.

En las enfermas ancianas y neuróticas se emplea con mejores resultados el ion salicílico en sesiones de 4 horas dos ó tres por semana y con una intensidad de 10 ó 20 m. A.

Sobre todo, en la neurastenia, es donde parece dar mejores resultados, pues según Seduc, ha tratado varias

160.

enfermas graves con éxito regular y algunas veces notable.

Los efectos de la ionización cerebral parecen consistir en que disminuye la coherencia y la ideación es más fácil y se hace con más rapidez y claridad, hechos que han sido atribuidos al Dr. Matthews de Londres hasta un grado que creo algo exagerado, pues dice que es un tratamiento que hace retroceder la vejez. Este Doctor cita el caso de un juez viejo que fué sometido á la corriente continua para curarse de una parálisis facial, y después de curado solicitó nuevas sesiones por el bienestar que encontraba en

ellas y porque según él "su inteligencia se hacía más viva, retenía mejor los argumentos, y el trabajo se le hacía más fácil."

El Dr. Lewis Thomas trató a una señora de una oblitia esclerosa, la cual encontró tan buenos resultados en el tratamiento, que quiso se sometiera él a su marido si fin de mejorarle sus facultades mentales.

En las afeciones orgánicas del cerebro también se emplea con cierto éxito este tratamiento, el cual favoreciendo la nutrición de las células cerebrales, hace que la

reparación de los tejidos enfermos se hagan con mayor rapidez. Además de este efecto y el obtenido sobre la irritación, los movimientos mejoraron y la fuerza muscular de estas enfermas aumentó.

La intensidad empleada en estos casos es de 30 á 40 m. A. y la duración de ellas y su repetición como en los casos anteriores.

En las neuralgias y con el ión salicílico, Seduc ha obtenido tales ventajas, que dice solo se le puede comparar la morfina en inyecciones. El siguiente caso publi-

263

caso por Sedue, dará idea de los buenos resultados obtenidos.

Se trataba de un enfermo que en Julio de 1903 tuvo una rama oftálmica que comprometía la existencia del ojo. En Abril de 1904 todavía tenía ramos neurálgicos que necesitaban una inyección de cloruro mercurio para calmarse. Se le ha tratado con todos los analgésicos conocidos sin resultado. El 7 de Mayo se le sometió a la introducción del ion salicílico a hora y 20 m. A de intensidad y el enfermo no necesitó mor-

162.

feria: después de esta sesión hasta que transcurrieron dos días. Cada sesión procuraba una analgesia de unas 36 horas debida indudablemente al ion salicílico.

El tic doloroso de la cara ha sido tratado por Seduc de la misma manera, colocando el electrodo activo sobre la cara y el indiferente sobre una pierna; y haciendo pasar una corriente de 45 mA durante 40 minutos, en tres sesiones obtuvo la curación. Los mismos resultados se han obtenido con el ion quinina.

Nº. Aparato respiratorio = La esclerosis eléctrica ha

sido utilizada con resultados superiores á los demás trata-
 mientos, en las pleuritis dolorosas, pleuresía seca con prota-
 miento y en la sinfisis pleural. Esta última afección
 es causa, según Seduc, de las evoluciones y por lo tanto el
 tratamiento de esta por electrolisis es un hecho racional y
 de resultados satisfactorios, sobre todo instituyendo el trata-
 miento bastante pronto. Para aplicar éste, se utiliza
 un baño de pie, de cuenca sellada como curvado y una com-
 presa de algodón hidrófilo doblada 16 veces empapada en
 una solución de cloruro de sodio como contenido, el cual se coloca

166.

sobre el lado cóncavo del pecho que es el enfermo, según las investigaciones de Mr. Desfosse.

Se emplean hasta 100 mA de intensidad durante una hora, y se hacen dos sesiones por semana en el transcurso de un mes, una por semana durante dos meses, y después una cada quince días. Los resultados, como hemos dicho, son excelentes, y se ve aumentada la amplitud de los movimientos respiratorios, que disminuye la opacidad radioscópica y que el estado general mejora y se llega a evitar la evolución.

El ion sodicilio da excelentes resultados en el tratamiento de las pleuritis dolorosas y de las neuralgias intercostales, cuyos dolores suelen desaparecer después de la primera sesión.

e = Iodo = El ion empleado para tratar esta enfermedad ha sido el iodo, el cual fue introducido por primera vez por Marc-Cuyet en 1893, y más tarde por Hermann con resultado satisfactorio.

La técnica de su aplicación consiste en colocar sobre el bocio una compresa de algodón hidrófilo do-

168.

Mojado 16 veces, empapado en una solución de iodoformo portu-
sico y en relación con el polo positivo, y el polo negativo en
el otro. Se hace pasar una corriente de 20 a 30
m. A durante 20 a 25 minutos y se hacen tres sesiones por
semana.

B. - En patología quirúrgica.

a. Anquilosis = Utilizando una de las acciones, imi-
cas hoy día mejor conocidas, cual es la influencia favorable
y resolutoria que ejerce sobre las formaciones esclerosas cicatri-
ciales y anquilosis se han obtenido verdaderos éxitos. Terapiéu-

Hechos en el tratamiento de estas afecciones.

Como solución activa se empleará una de cloruro de sodio al 1%, eligiendo como electrodo activo el negativo ó cátodo, y haciendo la aplicación durante más de 16 horas con una intensidad mínima que no debe pasar de 60 á 80 m.A. Las sesiones se repetirán tres veces por semana.

Leduc, ha empleado durante muchos años este modo de tratamiento y dice ser superior á todos los demás. Cite las numerosas observaciones hechas por él citaremos

las siguientes.

Observación 8.^a (Eleduc)

Se trataba de un soldado que a consecuencia de un flemón difuso de la mano se le produjo una angulosidad completa de los dedos. Sometido a varios tratamientos en el hospital militar, incluso la movilización forzada bajo el cloroformo, no encontró mejoría ninguna.

Después de dos sesiones de ionización, la mano recobró sus movimientos y no quedó ninguna traza de angulosidad.

871.

Observación 2^a (Leduc)

Un guarda forestal padecía una anquilosis completa de la rodilla a consecuencia de haberla tenido inmobilizada durante 6 meses por haber padecido una artrosis fungosa. La anquilosis tenía ya 5 meses de fecha y con ningún tratamiento mejorable. Sometido a tratamiento electro-iónico durante dos meses, al principio dos sesiones por semana hasta nueve; después una por semana y luego una cada 15 días, el enfermo curó rápidamente y puede desempeñar perfectamente sus funciones de guarda forestal.

872.

Observación 3^a (Leduc)

En una joven y a consecuencia de una fiebre tifoidea existía una anguillosis de la rodilla, especie de artritis crónica muy dolorosa que no se había modificado después de 18 meses. Sometida a 12 sesiones de electrolysis iónica, los dolores desaparecieron, lo mismo que la consistencia de los tejidos y los movimientos se hicieron con libertad.

Observación 4^a (Leduc)

En un caso de artritis fungosa de la muñeca derecha tratada por inyecciones de éter iodofórmico. La

manera y los dedos están inmovilizados por tejidos duros y cicatrizales. Se la ha tratado por medio del masaje sin éxito y solamente después de 8 sesiones de electro-ionización con el mes de tratamiento.

Observación 5.^a (Ledue).

Un joven operado por Anortocoma en un estado consero una anquilosis completa que curó completamente después de tres sesiones de 1/4 de hora.

Observación 6.^a (Ledue).

Una profesora de piano se quemó con petróleo

la mano y brazo derecho hasta el codo; las cicatrices, la herida eran imposible el ejercicio de su profesión. Después de un año sin mejorar nada; curó con Escisiones de corriente continua y volvió a trabajar con la misma perfección.

Observación 7^a (Lodue).

Una señora por múltiples lesiones de flebitis fué arrastrada a una inmovilidad completa por la cual los miembros se la anquilosaron y tenían un edema duro. Todas las tentativas de movilización eran dolorosas.

Después de 9 meses se sometió al tratamiento

175.

y si la semana puede llevar los alimentos a la boca, y
a los dos meses está curada.

Entre estos casos publicados por Gendin se refie-
ren a anguilosis post infecciosa y los de Desfosses y Mar-
tinot a anguilosis de origen traumático más o menos an-
tiguo, como se ve en los siguientes casos observados por ellos.

Observación 8ª (Desfosses y Martinot)

Se trata de una enferma de 60 años, la cual
dos años antes había tenido una fractura del cuello del
húmero derecho, cuya consolidación dio lugar a una anguilosis

876.

cau completa de la cadera, el pie no puede ser levantado del suelo y no es posible ninguna flexión. Fue sometido al masaje durante mas de dos años, sin resultado.

En 6 sesiones de 1/2 hora con sublatos de una calcatada colocada en la cadera enferma y 60 a 80 mA al tejido fibroso desapareció y la enferma puede levantarse supin del suelo lo menos 1/2 centímetros y la marcha se efectúa sin ayuda de bastón.

Observación 9^a (Dejosses y Martinet)

Un caso de curación de una úlcera que

177.

Fuero en la región dorsal de la mano derecha, se seccionaron sus tendones extensores del índice y del medio, los cuales fueron unidos por medio de suturas. Después de un mes se presentó a nosotros con los dedos índice y medio fijados en extensión y los tejidos superficiales traumatizados, comprendiendo los tendones adherentes completamente a los huesos y articulaciones subyacentes. En 4 sesiones de una media hora y 20 a 50 m.A. con un cátodo formado de cloruro sódico, los tejidos se movilizaron y el enfermo recobró los movimientos de flexión

178.

Observación 20^a (Desfoues y Martinet)

También se trataba de un obrero que 8 meses antes se había dado un trachazo sobre la parte media del dorso de los dedos de la mano izquierda. Después de la cicatrización los tendones de los extensores fijados al tejido de cicatriz hicieron imposible la flexión voluntaria o forzada de los dedos. Después de 6 sesiones de 1/4 de hora y 15 m. A, el enfermo puede cerrar su mano que recobra sus funciones.

Con estas y otras numerosas observaciones en

Las cuales el éxito más prolongado ha seguido siempre al tratamiento, no es aventurado el recomendar, como lo hacen Ledue y Desfosse y Martinet, como el mejor agente para la resolución de las formaciones esclerosas, y cicatriciales de los tejidos, es la acción esclerolítica de las aplicaciones electro-iónicas.

Con la electro-ionización se obtienen resultados tan felices como los de las curas expuestas en la resolución de cicatrices de quemaduras, en los entorses y en los anquilosis de origen reumático, aun cuando estas son algo más re-

valores de esta forma de tratamientos

Según Desfosses y Mortimer bajo el punto de vista de la facilidad y de la rapidez de la resolución, se deben clasificar las anguitas de la manera siguiente:

Anguitas post-traumáticas

" post-infecciosas.

" post-reumáticas.

Exstelioma.

Contra estas neoplasias se ha empleado el iodo con excelentes resultados, según Leclerc.
De sus 14 observaciones publicadas por Lewis Jones se

cuentan 14 curaciones y 5 que siguen en tratamiento.

La técnica consiste en colocar sobre el epiteloma una capa de algodón hidrófilo empapada en una solución al 2. por 100 de sulfato de zinc y sobre la cual se coloca el ánodo bajo la forma de una placa de zinc. La intensidad mínima de 10 mA y se puede tardar un mes para hacer una segunda aplicación para dar tiempo a que cicatrice la coagulación producida por el ión zinc.

c = Fístulas y Úlceras. — Cuando la propiedad desinfectante del ión zinc se emplea en el tratamiento de

Las úlceras crónicas, fistulas en general y en particular en las del naso.

Para hacer penetrar el ion zinc en un trayecto fistuloso, se usa un aparato compuesto de un mango que recibe por uno de sus extremos las bolas conductoras de la corriente eléctrica y por el otro estilete de zinc de diferente longitud y diámetro, para poder usar el mas apropiado al calibre y profundidad del trayecto fistuloso.



Aparato para introducir el ion zinc en los trayectos fistulosos.

Este modo de tratamiento ha dado los mejores resultados en las fistulas anales, en las fistulas purulentas consecutivas á co-alqueas y en las fistulas consecutivas á una supuración dentaria.

La intensidad y el tiempo de duración dependen de la profundidad á que queremos hacer llegar el ión zinc.

C = En Ginecología = Para la introducción de zinc en el tratamiento de las afecciones del aparato genital femenino, se usa la corriente electrolítica intersticial que no es otra cosa que la electrolisis, empleando electrodos

metálicas extraíbles.

Spivakoff en el tratamiento de la metritis y fibromiomas, empleaba un histerómetro de platino unido al polo positivo y Popyalikowsky en 1890 utilizó los electrodos de zinc recomendados por Leduc. Trochowsick en el mismo año recomienda los electrodos de cobre en la gonorrea cervical y Gauthier lo utilizó en el tratamiento de las metritis. Otros autores utilizan otros metales y así vemos que Riquier utiliza el hierro, Boissac de Trocher la plata, Debenedict el aluminio, etc.

Entre los metales mas usados tenemos la plata, el cobre y el zinc.

La técnica de la aplicación es algo diferente a la utilizada con los electrodos electrolíticos.

En primer término necesitamos un instrumental ad hoc que consistirá en un histerómetro del metal que vayamos a emplear y construido de manera que solamente esté al descubierto la parte que se introduce en el útero y lo demás esté aislado por medio de una cubierta de caoutchouc, o de otra sustancia, pa-

ra evitar la acción que produciría sobre las partes sanas.

El mango de este aparato, está construido de manera que pueda recibir uno de los polos y ofrece garantías de firmeza y seguridad.

El histerómetro se pone en relación con el polo positivo; y el negativo se pone sobre el vientre por medio de un electrodito compuesto de un tejido de algodón hidrófilo empapado de agua salada y una vez obtenida esta disposición se establece la corriente con las debidas precauciones y se eleva hasta 15 ó 20 mA durante 1 ó 10

minutos. Las sesiones se repetirán dos veces por semana.

Si nada más terminar la sesión tratamos de retirar el histerómetro, éste se encuentra tan íntimamente unido a la muestra que arrancáramos ésta por lo cual es necesario después de bajar la intensidad a 0 cambiar de polos y poner el negativo en relación con el histerómetro y de esta manera los productos básicos que se desprenden al rodear del histerómetro lubrican éste y hacen que se pueda retirar sin peligro.

Las aplicaciones de este tratamiento en Ginecología se han hecho sobre tumores, metritis, lesiones de vejigas y estrecheces del cuello.

a. Tumores. Las únicas sobre los que se ha aplicado ha sido sobre los fibromiomas y mas que como indicación curativa como medio paliativo y encomunicado se cobijan las hemorragias. Para esto los histerómetros mejores son los de zinc, pues aunque los de platino empleados por Apostoli también la cobijan, parece que no es por una acción directa sobre los vasos, sino sobre la fi-

bra muscular uterina. Los histerómetros de zinc son excelentes coagulantes como hemos dicho anteriormente y dan buenos resultados como hemostáticos.

B. Metritis = Todas las metritis, han sido tratadas por los autores por histerómetros de diferentes metales; pero donde la introducción del ión plata constituye una verdadera indicación, es en la metritis hemorrágica al principio del período crónico. Los resultados que se obtienen son superiores a los obtenidos por los demás tratamientos. Las inflamaciones agudas, sub-agudas o puru-

lentas constituyen una contraindicación que es necesario tener en cuenta.

En las metritis hemorrágicas, el empleo de un histerómetro de cinco cma. da los mejores resultados y Desportes y Martinet después de haber tratado y curado a diez enfermas por este procedimiento, dicen que la introducción del cono cinco no solamente no abre ningún vaso ni ocasiona la menor inoculación, sino que cierra todos los vasos y desinfecta todos los tejidos hasta la profundidad que se se quiere hacer penetrar.

c = Lesiones de anejos. = Para tratar la inflamación ovarica por medio de los iones, Hummer ha introducido en los fondos de saco lateral de la vagina, un electodo recubierto de algodón hidrófilo y empapado en una solución de salicilato de sosa. No da referir el autor de los resultados obtenidos, pues dice ser pocas las experiencias realizadas para formar juicio.

d = Estrecheces del cuello. = Para dilatar estas estrecheces Tripier utiliza un dilatador metálico unido al polo negativo y de este modo se obtiene una penetración más

suave y fácil del cateter en virtud de los productos báñicos desprendidos y además una acción coáctiva que destruye la estrechez sin tendencia a recurrir. Esto pues que una acción electrolytica es una acción coadyuvante a la expulsión.

D= Vías urinarias = Varios autores han tratado de utilizar las acciones electroiónicas en el tratamiento de algunas afecciones de las vías urinarias, principalmente sobre la uretritis y Boissieu de Arches y Hammon han introducido el ión plata por intermedio de una obla-

893.

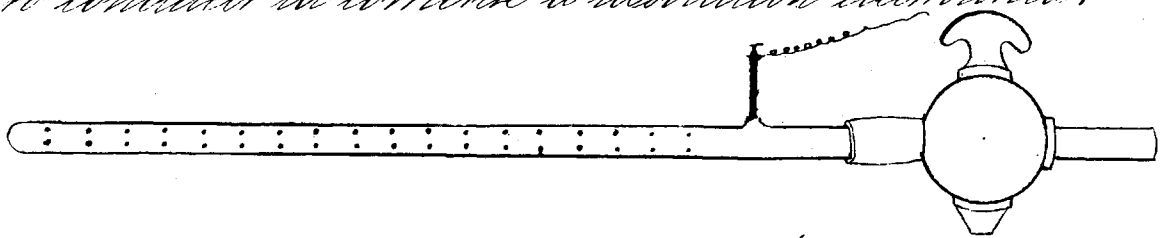
de este metal, de modo que seccion la ionizacion con
electrodos metálicos.

El Dr. Mellin de Bukarest ha ideado
una sonda que permite la introduccion del con platina
usando como electrodo una solucion de nitrato argéutico.

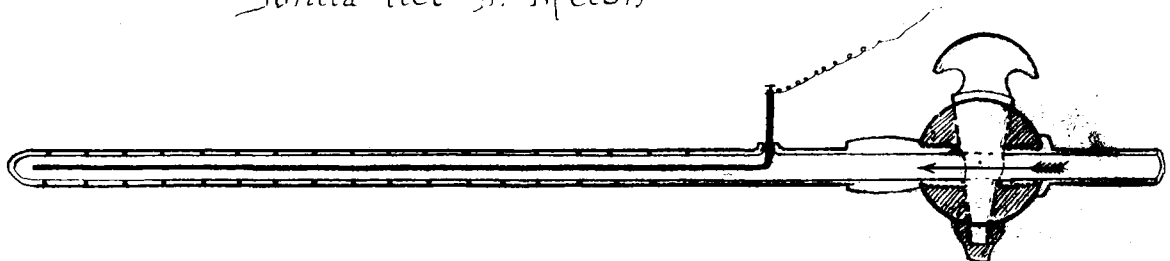
Esta sonda es de cautchuc de unos 25 centímetros de lon-
gitud y n.º 18 Charriere; en uno de sus extremos tiene
una llave de paso, y desde el pie de la sonda hasta
cerca de esta llave hay una serie de orificios que comuni-
can con el interior. En la cavidad de la sonda y rec-

892.

viendo toda ella, hay un hilo de plata que doblándose en un ángulo recto sale al exterior cerca de la llave y tiene por objeto conducir la corriente a la solución electrolítica.



Sonda del Dr. Melun



Corte longitudinal de la misma

Al introducirse la sonda en la uretra y abierta la llave

295.

se, se inyectan 10^{cc} de la solución de nitrato de plata, la cual refluye por los orificios y distiende la mucosa por miculola, además en comunicación con el hilo de plata.

Una vez hecho esto, se cierra la llave y se pone en comunicación el hilo de plata con el polo positivo, y el negativo se pone en cualquiera parte y haciendo pasar la corriente está al hacerlo por la solución, la descompone y hace penetrar el ion plata en las glándulas de la mucosa, lo cual no se obtiene por ningún otro medio.

La solución de plata debe ser al 1 ó 2%, la in-

196.

Tensidad de la corriente variable entre 30 y 40 m A. y la duración de 15 a 30 minutos.

En las uretritis crónicas, es donde este tratamiento ha dado mejores resultados, como se deduce de los siguientes casos publicados por el Dr. Melin.

Observación 6.^a (Melin)

H. C. de 45 años, fue atacado de blenorrea por primera vez en 1890 y con un tratamiento de inyecciones pasó la fase aguda, pero le quedó una gota mucopurulenta que resiste a todos los tratamientos. Hicieron

la próstata ni vesículas seminales, se nota ninguna alteración y por endoscopia se notó en la uretra en la porción esponjosa algunos orificios de las glándulas de Littre rodeadas de una aureola inflamatoria

Después de sometido a varios tratamientos, como dilataciones, precedidas o seguidas de lavados fríos, inyecciones de nitrato de plata y sulfato de cobre, galvano-cauterización de los orificios inflamados de las glándulas de Littre, etc, por espacio de tres años, el enfermo sigue lo mismo y con cuidado se le hace desaparecer su gota.

Se le sometió entonces a la ionización, tal y como ha sido descrita y después de las primeras sesiones (de 15 minutos con 30 m. A) la secreción se vuelve límpida como la glicerina y termina por desaparecer al cabo de 20 sesiones. La endoscopia demuestra la uretra normal con los orificios de las glándulas de Littre apenas perceptibles y así se mantiene después de 6 meses de terminar el tratamiento.

Observación 2.^a

C. S., funcionario del tribunal de Almagu-

899.

sele, de 27 años. Hace tres años viene padeciendo una
artritis crónica que no cede a ningún tratamiento?

Se somete al enfermo al masaje de la uretra sobre un
grueso benique, a lavados, foment, a instilaciones, a
inyecciones de sulfato de zinc por espacio de dos años,
pero sin resultado; visto lo cual se le aplican 10 sesio-
nes de ionización argéntica con un día de intervalo
entre cada una y al cabo de ellas desaparece la guta
material que tenía, lo cual no se había logrado con
ningun otro tratamiento.

200.

Observación 3^a

G. N. de 36 años, agregado de Embajada.
Padece la primera Hemorragia hace 20 años y la
última hace 6, quedando después de ella una secreción
menstrual. El examen endoscópico demuestra la por-
ción bulbar granulosa y en la porción esponjosa muchos
orificios de las glándulas de Littre y algunas de Mor-
gani dejan salir por simple presión un pus blanco cre-
moso.

Después de una serie de lavados fríos con el

201.

de lactador-lavador de Kolmann mejor, pero vuelve
a reaparecer de nuevo. Se le somete entonces a la
galvano-coagulación de algunos orificios de glán-
dulas supurativas a pesar de lo cual la secreción no
cesa.

Se le hacen entonces unas cuantas sesiones de
ionización argéntica (solución al 1%) de 10 a 20 mi-
nutos de duración y 2 m. A. Por las
primeras sesiones la secreción disminuye y desaparece
completamente después de la 6.^a, no obstante lo cual

se hizo hasta 10 para mejor asegurar el éxito.

Transcurridos tres meses la secreción no ha vuelto ni a pa-
recer y por endoscopia no se perciben más glándulas
que supuran.

E- Oto-rino-laringología = La ionoterapia en esta especialidad ha sido introducida por Gar-
gion, Desanens y Didsbury.

Una vez se ha utilizado la acción antisepti-
ca del polo positivo, usando como electrodos me-
tales, catácabes y otras se utiliza el polo negativo pa-

no hacer más fácil el cateterismo de ciertos conductos.

El Dr. Schall empleó por primera vez el ion cobre para tratar el oreña.

Utilizando la acción esclerolítica de algunas iones, el Dr. Malherbe ha tratado las esclerosas del oído con excelente resultado, pues las formaciones esclerosas se resuelven bajo un ánodo de cloruro de sodio ó yoduro potásico, ó bajo un cátodo de nitrato de pilocarpina.

El ion zinc se emplea en el tratamiento -

294.

to de los catarrros purulentos de la caja.

Las otitis secas han sido tratadas por Bourgeois colocando un electrodo de cloruro de sodio en el tímpano y sobre él el polo activo, y el indiferente en cualquiera parte del cuerpo y haciendo pasar una corriente de 1 a 1¹/₂ m. A

Por este tratamiento mejora la audición y los ruidos llegan a desaparecer.

Nada puede decirse en concreto de los resultados de la medicación iónica en esta especiali-

debe, pues los ensayos son poco numerosos para permitir obtener una conclusión definitiva.

F. - Dermatología - En las úlceras, sean consecutivas a varices o independientes de ellas, se ha utilizado con éxito esta forma de medicación, empleando ya el ión zinc, como ha hecho Seduc, o el ión iodo, como preconiza Gautier, en sesiones de bastante duración.

Se utiliza también el cloruro de zinc para el tratamiento de pequeños neoplasmas de la piel

los cuerdos, después de cada sesión; aparecen conérmicos y en los días sucesivos se desecan y descarnan.

El Dr. Lewis Thomas y Threlle han utilizado el ión magnesio para el tratamiento de las verrugas, y de las tres observaciones que han sido publicadas por ellos, se desprende que es un tratamiento específico, sobre todo para las verrugas múltiples.

Lecluc dice que con una electrolisis ligera de cloruro de zinc se ve el retorno del pelo.

Según Lesser en los angiomas peque-

mas y poco voluminosas y en los angiokeratomas se puede utilizar la electrolisis con una sonda metálica (platino, zinc, aluminio) recubierta de un barniz aislador, excepto en la punta que se introduce en el sitio que se quiere destruir.

α- Ostralmología. En el tratamiento de la escleritis y epiescleritis reumáticas el electroiónico ha sido superior a los demás empleados. Se debe citar casos de curación de estas afecciones que habrían sido tratados por diferentes medios sin

resultados en diferentes clínicas oftálmicas.

La técnica consistía en poner un trocito de algodón hidrófilo empapado en una solución tibia de cloruro sódico, sobre el párpado superior cerrado y colocar encima el polo activo, poniendo el indiferente en cualquiera punto del cuerpo. Se eleva después progresivamente la corriente hasta obtener una intensidad de 5 a 6 m. A durante un cuarto de hora y se hacen 2 ó 3 sesiones por semana.

Por este medio dice Seduc, el dolor se

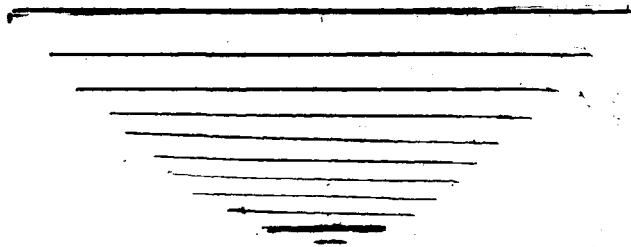
atenua rápidamente, los botones subicntes y la vascularización de la esclerótica desaparecen y la curación completa se obtiene en breve.

En la iritis crónica con adherencias también se ha empleado con éxito este mismo tratamiento.

H- Odontología - Aunque poco también en esta rama de la Medicina se ha empleado con éxito los iones, como forma de medicación. La introducción de la cocaína para tr-

210.

Por la hiperestesia, y del ión iodo-contras los casos
de cuarto grado y los quistes, radiículo dentario,
demuestran con sus resultados satisfactorios que
en esta especialidad como en las demás ramas de
las Patologías se obtiene algo práctico de la me-
dicación electro iónica.



Conclusiones

1.^a Las soluciones electrolíticas se componen de ciertos elementos llamados iones, los cuales quedan en libertad cuando una corriente eléctrica atraviesa aque-
 llos y se dirigen unos sobre un polo y otros sobre el otro, llamándose aniones a los que se dirigen al positivo y cationes a los que lo hacen sobre el negativo.

2.^a Estos iones son capaces de atravesar los medios inertes, las membranas orgánicas y los gases electrolíticos.

organismo que encuentran intersecciones en su camino.

3^a Siendo electrolitos la mayor parte de las sustancias medicamentosas, siguen las leyes de los electrolitos y penetran de esta manera penetrar en el organismo al estado de iones.

4^a Como la velocidad de los iones es lenta y su coeficiente de penetración depende del tiempo de aplicación y de la intensidad de la corriente, no penetran por ese penetrar muy profundamente en el organismo, pues para ello sería necesario intensificarlos

que este no podría resistir.

5^a Está demostrando que los medicamentos atraen la piel y de allí son absorbidos con mayor ó menor rapidez, explicándose por esta las acciones iónicas locales y generales.

6^a La medicación electro-iónica sustituye con ventaja en muchos casos á los demás modos de administración de medicamentos y sobre todo á las medicaciones tóxicas.

7^a Los efectos de la medicación electro-iónica mejor conocidos hoy día y cuyos resultados constituyen verdaderos éxitos terapéuticos, son los producidos sobre los

formaciones esclerosas y cicatriciales y las anquilosis
cuya acción se llama esclerosis.

8.^a La introducción de los medicamentos en el organismo por este procedimiento lleva en si otra ventaja, cual es la de determinar cambios iónicos entre las células del organismo, lo cual favorece su nutrición y cuya acción es debida solamente a la corriente eléctrica

Heo clicko.

Juanuso Repreza Navas

Admisión
R. Lopez Bricas

Admisión
H. Alonso Bricas

Admisión
Proteger Bricas

Bibliografia.

Stephane Leduc: Les ions et les médications ioniques. (L'Œuvre médico-chirurgicale, Masson et Cie éditeurs 1907).

D. Desferres et Martinet: Technique de la thérapeutique ionique. La Presse Médicale 1907 Janvier, n° 1.

Lewis Shones: Traitement de l'épithélioma par les ions zinc. Archives d'électricité médicale 1907.
25 Mars

D^r Desjardes et A. Martinet: L'ion-cine. *La Presse Médicale* 1907. Juillet n° 55.

D^r Desjardes et A. Martinet: La sclérose ionique. *La Presse Médicale* 1907. Mars. n° 23.

D^r Desjardes et A. Martinet: L'ion salicylique. *La Presse Médicale* 1907. Avril n° 32.

Enffier et Crante: A propos de médications ioniques. *Société de Bibliologie* 1907, 19 Janvier.

Oelherm y Luymeriere: L'ionothérapie électrique. *Les actualités médicales*, J. B. Baillière & Co. 1908.

A. Zimmerman: L'introduction par l'électricité des substances médicamenteuses dans la muqueuse utérine.

D^r Mehm: de Bucarest. Traitement des uretrites par la ionisation argentique. *Ann. des mal. des*

org. ureci. Tome XXV volumen 2^e

M. Carmel G. Luigano: La théorie des ions en électricité
médicale

Ensch: Archives d'électricité médicale, Octobre 1903.

Trigvier et Meller: Académie de médecine, séance d'Or-
général 1867.

Linda
Caval
J. r



Dia 16 de Febrero de 1910.
Verifico el ejercicio del grado de
y fue calificado de sobresaliente

Mantenido
y aprobado

al fin
El Jefe Cuarta

H. Thomas

Amunátegui
Cayal