

Desprendimiento de potasio por el cerebro del perro durante su excitación eléctrica.

Por los Dres. V. H. CICARDO y A. TORINO

(Instituto Bacteriológico Dr. Carlos G. Malbrán).

La actividad de los músculos estriados, se acompaña por un desprendimiento de potasio, hecho que ha sido puesto en evidencia por diversos investigadores, a posteriori de los clásicos trabajos de Ernst y Scheffer (1928). Desprendimientos similares, han sido comprobados por Cicardo (1941) en los músculos lisos del estómago del sapo, consecutivos a excitantes eléctricos o químicos (acetilcolina). Esta movilización del potasio muscular, parece desempeñar un papel importante en el mecanismo de la contracción, pero, por ahora, este mecanismo nos es desconocido.

En el sistema nervioso, Cowan (1934), ha verificado que los estímulos eléctricos tetanizantes, producen una pérdida de potasio en los nervios de la pata del *Limulus polyphemus*, hecho que fué posteriormente confirmado por Young (1938). Sin embargo, Fenn (1938), no ha comprobado modificaciones apreciables en el tenor de este ión, en los nervios ciáticos de los vertebrados como la rana y el gato, después de excitar dichos nervios durante 30 minutos o más. Por su parte Vogt (1936), ha demostrado que la excitación prolongada de las fibras preganglionares cervicales del perro provoca una disminución del potasio en los ganglios correspondientes, fenómeno que no se realiza cuando se excitan directamente dichos ganglios.

Considerando desde un punto de vista teórico, la posibilidad de que este desprendimiento de iones potasio esté relacionado o sea la causa determinante del potencial electronegativo que se origina en todo tejido en actividad, creímos probable que desprendimientos similares de potasio se produjeran en el cerebro durante su excitación eléctrica.

MÉTODO. — Estas experiencias se realizaron con perros anestesiados con cloralosa, cuyos cerebros eran excitados con una corriente tetanizante proveniente de una bobina de Rumkorff, mediante dos

electrodos de 0,5 mm de espesor que se clavaban en cada uno de los hemisferios cerebrales, previa trepanación del cráneo con una fresa adecuada. Las determinaciones de potasio se efectuaron con plasma obtenido de la sangre recogida del seno venoso longitudinal superior, mediante un orificio abierto por trepanación del cráneo.

Las muestras de sangre, se obtuvieron en la siguiente forma: la primera, antes de la excitación, la segunda, durante la aplicación de la corriente eléctrica que duraba aproximadamente 1 minuto y la tercera, media hora después de la segunda. Las muestras 1 y 3, servían de testigos. Además se recogía una cuarta muestra de la arteria femoral, con el objeto de comprobar las modificaciones del potasio en la sangre periférica, en el momento en que ese efectuaba la excitación eléctrica del cerebro.

Con el objeto de evitar las convulsiones que sobrevienen por la excitación del encéfalo y que provocan el aumento del potasio plasmático debido a la liberación de este ión, durante la contracción muscular, se suprimieron las mismas por diversos métodos, ora realizando las experiencias con animales espinales, seccionando la médula inmediatamente por debajo del bulbo, entre $\frac{1}{2}$ y 1 hora antes de la estimulación del cerebro, ora curarizando los animales con un extracto bruto de semillas de *Erythrina crista galli*.

El potasio se precipitaba al estado de cobaltonitrato, dosificándose cuantitativamente por el método de Marenzi-Gerschman.

Todas las muestras de plasma hemolisadas se desechaban.

RESULTADOS. — La excitación del cerebro, realizada con la técnica antes descrita, produce, como luego veremos, un franco desprendimiento de potasio capaz de elevar al doble la concentración del mismo en la sangre del seno venoso.

Se realizaron en total 40 experiencias, dejando de considerarse los resultados obtenidos con aquellas muestras en las que el plasma estaba hemolisado así como las correspondientes a los animales que por defectuosa sección medular o incompleta curarización, presentaban convulsiones generalizadas durante la excitación eléctrica del cerebro.

a) *Desprendimiento de potasio cerebral en los animales simplemente anestesiados.* — En el cuadro I, se hallan tabulados los resultados obtenidos con animales simplemente anestesiados, en los cuales la excitación eléctrica provocaba intensas convulsiones generalizadas. En ellas, se observa que la concentración del potasio plasmático de la sangre obtenida del seno venoso, se duplica durante la excitación eléctrica. Una vez suspendida ésta, disminuye

la concentración del potasio y a los 30 minutos, se comprueba que ella se ha reintegrado a su nivel inicial.

Los casos en los que se observan cifras de potasemia baja, se debe probablemente a que en ellos, la anestesia era excepcionalmente profunda.

CUADRO I

Mg. de potasio % contenido en el plasma de la sangre del seno venoso longitudinal superior, antes, durante y después de la excitación eléctrica del cerebro.

Experiencia Nº	antes	durante	30 minutos después
	de la excitación eléctrica		
1	12,66	16,36	—
2	5,84	13,42	—
3	4,41	10,21	—
4	8,65	18,23	11,69
5	9,90	13,42	7,76
6	11,30	20,90	—
T. M.	8,79	15,42	9,67

En las experiencias precedentes, podría objetarse que el aumento del potasio del plasma de la sangre del seno venoso longitudinal, se debe a la liberación del potasio muscular producida por las convulsiones del animal; por ello, las experiencias que se relatan a continuación, se hicieron con animales espinales o curarizados en los cuales no existían dichas convulsiones generalizadas.

b) Desprendimiento de potasio cerebral en los animales espinales. — En estas experiencias, en las que se efectuaba la sección medular por debajo del bulbo, las tomas de sangre se realizaron en la misma forma que en los casos anteriores. Además, simultáneamente con la toma de sangre del seno venoso longitudinal recogida durante la excitación del cerebro, se efectuaba otra toma de la arteria femoral con el objeto de verificar la ausencia de aumento del potasio en la sangre periférica.

En el cuadro II están registrados estos resultados. Puede verse que no obstante la supresión de las convulsiones, se produce un aumento marcado del potasio, que solamente puede provenir del cerebro excitado. La sangre de la arteria femoral, acusa concentraciones de potasio similares a las que se observan en la sangre del seno venoso antes de la excitación cerebral.

Puede comprobarse que las concentraciones de potasio obtenidas en la sangre del seno venoso antes de la excitación cerebral, son algo superiores a las registradas en los perros simplemente anestesiados. Suponemos que este aumento se debe probablemente al shock espinal que presentan los animales.

CUADRO II

Mg de potasio % contenido en el plasma de la sangre del seno venoso longitudinal superior, antes, durante y después de la excitación eléctrica del cerebro de perros espinales.

Experiencia N°	Antes	Durante	Art. fem.	30' después de la excitación eléctrica
1	6,11	16,37	8,34	—
2	16,14	20,60	17,74	—
3	5,04	13,37	12,44	—
4	14,11	19,26	12,04	16,63
5	16,14	19,53	14,53	10,21
6	7,82	10,36	6,78	6,51
7	3,48	6,64	2,54	—
8	15,02	17,27	13,82	—
9	11,23	12,66	8,96	9,90
10	12,30	16,35	11,59	—
T. M. ...	10,73	15,24	10,87	10,81

La recolección simultánea de muestras de sangre del seno venoso y de la arteria femoral durante la excitación del cerebro, que acusan concentraciones de potasio distintas entre sí pero muy similares media hora después de la excitación permiten descartar la posibilidad de que el aumento de potasio en la sangre del seno venoso mientras se estimula el cerebro, sea debido a un aumento del mismo, en la circulación general, y de origen muscular.

c) *Desprendimiento de potasio cerebral en los animales curarizados.* — Los perros anestesiados y curarizados con un extracto bruto de semillas de *Erythrina crista galli*, presentan una inmovilidad completa durante la excitación del cerebro; pese a ello, los aumentos de potasio observados en las experiencias anteriores, se producen en forma similar, como puede verse en el cuadro III.

En algunas experiencias, puede comprobarse que la excitación cerebral no produce aumento de potasio, hecho que podría deberse a la acción central de la droga curarizante.

CUADRO III

Mg de potasio %₀, contenidos en el plasma de la sangre del seno venoso longitudinal superior, antes, durante y 30 minutos después de la excitación eléctrica del cerebro de perros curarizados

Experiencia Nº	Antes de la excitación	Durante la excitación	Art. femoral	30' después la de excitación eléctrica
1	12,21	13,42	—	9,58
2	10,08	10,70	8,65	13,37
3	13,24	10,88	—	—
4	13,02	19,53	—	8,97
5	5,20	11,59	6,35	9,58
6	16,27	19,04	14,44	9,09
7	4,46	13,20	8,37	6,71
8	15,92	16,81	13,42	15,02
9	18,41	18,63	18,95	13,01
10	14,85	13,02	9,90	—
T. M. ...	12,36	14,68	11,42	10,67

DISCUSIÓN

La excitación eléctrica del cerebro del perro, se acompaña por desprendimiento de potasio por parte de este órgano, como lo revelan las determinaciones realizadas con el plasma proveniente de la sangre del seno venoso longitudinal superior.

Zagami (1928), ha registrado aumentos de potasio plasmático durante la excitación eléctrica de la corteza cerebral del perro, pero, en estos estudios sobre la epilepsia experimental del perro, no se precisó el origen del aumento del potasio en la sangre recogida en la vena yugular externa, que probablemente estaba condicionado principalmente a la liberación de dicho elemento, durante las contracciones musculares.

En los epilépticos, Mc Quarrie (1932), registró también aumentos de potasio durante los ataques convulsivos, que como en el caso anterior deben atribuirse a la contracción de los músculos durante el acceso.

Nuestras experiencias, realizadas con animales espinales o curarizados demuestran la existencia de un aumento del potasio plasmático, cuyo origen exclusivamente cerebral queda probado ya que solamente ocurre en la sangre venosa proveniente del encéfalo, mientras que en la sangre de la circulación general las variaciones observadas son sumamente pequeñas y carecen de significación.

Este desprendimiento de potasio cerebral, sería un índice de la actividad de las células nerviosas y su movilización, bien podría ser la causa de los potenciales de acción que se registran a nivel de la corteza cerebral. El incremento de la actividad cerebral, acompañada por un aumento de desprendimiento de potasio, traería como consecuencia un incremento paralelo de la frecuencia de las ondas cerebrales. Por el contrario, los estados de sueño natural o artificial provocados por los hipnóticos, se hallarían acompañados por una disminución del desprendimiento de potasio cerebral y de la frecuencia de sus ondas, hechos que han sido registrados por distintos investigadores.

CONCLUSIONES

1.— La excitación eléctrica del cerebro del perro, por medio de una corriente tetanizante, produce un franco desprendimiento de potasio, en la sangre del seno venoso longitudinal.

2.— Este aumento de potasio en la sangre del seno venoso longitudinal, se observa también en animales espinales o completamente curarizados, en los que no se producen las convulsiones que podrían ser la causa de aumentos de potasio plasmático.

3.— El aumento de potasio en la sangre del seno venoso durante la excitación eléctrica del cerebro, no se acompaña de un aumento semejante en la circulación general, lo que permite establecer su origen cerebral.

BIBLIOGRAFIA

- CICARDO V. H.: *Rev. Soc. Arg. Biol.* 1941, **17**, 81.
COWAN, S. L.: *Proc. Roy. Soc.* 1934, **B 115**, 216.
ERNST, E. y SCHEFFER, L.: *Plügers Arch. ges. Physiol.* 1928, **220**, 655.
FENN, W. O.: *J. Neurophysiol.* 1938, **1**, 1.
MC. QUARRIE, I.: *Ann. Int. Med.* 1932, **6**, 497.
VOGT, M.: *J. Physiol.* 1936, **86**, 258.
YOUNG, A. C.: *J. Neurophysiol.* 1938, **1**, 4.
ZAGAMI, A.: *Arch. Sc. Biol.* 1928, **11**, 301.