

de las placas nerviosas motoras terminales (Freusberg), pero se ha objetado que estas modificaciones de la excitabilidad eléctrica tenían lugar ya antes de la alteración de las placas motoras (Gessler); además, en los animales de sangre fría, faltan las modificaciones cualitativas de la excitabilidad voltaica de los músculos (Erb, Gessler), aunque las placas nerviosas motoras estén igualmente alteradas (Gessler); al contrario, sus fibras musculares no ofrecen las mismas alteraciones que las de los animales de sangre caliente (Gessler); en efecto, la atrofia de las fibras musculares continúa siendo poco acentuada y no hay proliferación de los núcleos del sarcolema. Las modificaciones cualitativas de la excitabilidad voltaica de los músculos parecen, pues, depender más bien de las alteraciones de las fibras musculares mismas.

Cuando las fibras musculares continúan apartadas de la influencia de sus centros tróficos, sus alteraciones histológicas y químicas se acentúan cada vez más, lo propio que su atrofia, la substancia contráctil es asiento de degeneración cérea ó gránulo-grasosa, el tejido conjuntivo intersticial prolifera, constriñe las fibras musculares y determina, en los casos incurables, la esclerosis del músculo, que se suma á la degeneración y á la atrofia de las fibras musculares. La disminución de la excitabilidad voltaica, que había reemplazado al aumento de las primeras semanas, va seguida de la abolición de toda excitabilidad. En los casos curables, al contrario, si la reparación tiene lugar á buena hora, cuando las alteraciones musculares son aún poco acentuadas, las funciones de las fibras musculares reaparecen rápidamente, lo propio que su excitabilidad eléctrica, que pasa de nuevo prontamente al estado normal; empero, cuando la reparación es tardía y tiene lugar en una época en que las alteraciones de las fibras musculares ó del tejido intersticial están ya muy avanzadas, las funciones de las fibras musculares reaparecen con suma lentitud y aún á menudo incompletamente, permaneciendo la excitabilidad eléctrica largo tiempo, algunas veces para siempre, más ó menos disminuída.

El contraste entre la abolición de la excitabilidad farádica de los músculos y la conservación de su excitabilidad voltaica, aumentada primero, más ó menos disminuída luego, ha llamado desde hace mucho tiempo la atención de los fisiólogos. La explicación que de ello ha dado Neumann, fundada en la acción diferente de las ondas breves y de las ondas largas, ha sido considerada como admisible y parece, en efecto, muy racional; las corrientes de ondas breves, como las corrientes farádicas, perderían el poder de excitar los músculos, mientras que las corrientes voltaicas de ondas más amplias conservarían dicha cualidad; en efecto, si por medio de los instrumentos necesarios se disminuye la duración de

la onda voltaica, ésta pierde también el poder de excitar los músculos en degeneración. No obstante, Dubois (de Berna) ha hecho notar que los músculos en degeneración, no excitables por las corrientes farádicas de intermitencias frecuentes, reaccionan aún á las ondas farádicas, aun cuando breves, si están suficientemente espaciadas; al contrario, no responden á la excitación de las ondas voltaicas repetidas con frecuencia; según Dubois, la diferencia entre la acción de las corrientes farádicas y las corrientes voltaicas dependería del agotamiento rápido de la contractibilidad de los músculos en degeneración, manifestándose ya por excitaciones repetidas de 5 á 15 veces por segundo.

Reacciones franklinianas en la reacción de degeneración.—Ya hemos apuntado que la electrización estática había sido aplicada algunas veces á las investigaciones electrodiagnósticas; tales aplicaciones se han hecho sobre todo con motivo de la reacción de degeneración. Bernhardt ha podido, en las parálisis periféricas con disminución de la excitabilidad farádica y aumento de la excitabilidad voltaica de los músculos, determinar contracciones con descargas estáticas, con chispas ó con pincel, y en algunos casos las contracciones obtenidas de este modo tenían una lentitud manifiesta. Jolly ha observado casos análogos; empero, casi siempre, según las investigaciones de Eulenburg, las descargas estáticas obran de igual suerte que las corrientes farádicas. El agotamiento á que nos hemos referido al citar las investigaciones de Dubois, prodúcese también con las descargas estáticas repetidas con frecuencia (Bernhardt) y, una vez determinado el agotamiento, es necesario que hayan transcurrido algunos minutos para poder provocar de nuevo contracciones con descargas eléctricas distanciadas.

Formas y variedades de la reacción de degeneración.—Las modificaciones de la excitabilidad eléctrica de los nervios y de los músculos no son siempre tan extensas como las que acabamos de analizar con motivo de la reacción completa de degeneración. Aun en esta forma hemos visto que, durante el período de reparación, las modificaciones de la excitabilidad eléctrica se atenúan, la excitabilidad farádica y voltaica de los nervios reaparece, después manifiéstase de nuevo la excitabilidad farádica de los músculos, mientras que su excitabilidad voltaica conserva aún más ó menos tiempo modificaciones cualitativas.

Casos hay en que, en los diversos períodos de la evolución de la DR, las modificaciones de la excitabilidad eléctrica de los nervios y de los músculos no son más acentuadas que en el período de reparación de la DR completa. En efecto, la excitabilidad eléctrica de los nervios no

desaparece, está solamente más ó menos debilitada por las dos clases de corrientes, farádicas y voltaicas; á menudo esta debilitación consiste más bien en una reducción de la amplitud de las contracciones que no en la aparición tardía de la contracción minimal. Los músculos conservan igualmente su excitabilidad farádica, si bien más ó menos disminuída, algunas veces muy poco; pero ofrecen las modificaciones cualitativas características de la excitabilidad voltaica: contracciones lentas y trabajosas, inversión de la fórmula (PFC $\bar{\text{NFC}}$). Para estos casos propuso Erb la denominación de *reacción parcial de degeneración*.

Empero las variedades de las diversas manifestaciones de la reacción de degeneración, que difieren del tipo de la reacción completa de degeneración, son más numerosas y más complejas que en esta sola forma de reacción parcial. Generalmente, en efecto, en la DR parcial, las contracciones determinadas por la excitación farádica y voltaica del nervio y por la excitación farádica del músculo tienen su forma y su vivacidad normales; obsérvanse, sin embargo, casos en los que la excitabilidad eléctrica de los nervios presenta modificaciones cualitativas que se manifiestan por la lentitud de las contracciones determinadas ya con las corrientes farádicas y con las voltaicas, ya únicamente con unas ó con otras; algunas veces también, pero esto es más raro, tiene lugar la inversión de la fórmula polar para la excitación voltaica de los nervios. La excitabilidad farádica de los músculos puede ofrecer también las modificaciones cualitativas caracterizadas por la lentitud de las contracciones; á veces estas contracciones lentas, provocadas por la excitación farádica de los músculos, coinciden con contracciones lentas determinadas indirectamente por la excitación del nervio; pero otras veces contrastan con los efectos de la excitación del nervio, que da lugar á contracciones activas. En algunas ocasiones se observa que la excitabilidad farádica y voltaica de los nervios está abolida, mientras que se conserva la excitabilidad farádica de los músculos unas veces con contracciones vivas y otras con contracciones lentas. Con mayor frecuencia, no obstante, la excitabilidad farádica del músculo está abolida, mientras que se conserva la excitabilidad farádica y voltaica del nervio, con ó sin lentitud de las contracciones. A veces, por último, es abolida únicamente la excitabilidad voltaica del nervio, continuando íntegra la excitabilidad farádica, con ó sin lentitud de las contracciones.

Estas diversas modificaciones de la excitabilidad eléctrica de los nervios y de los músculos son, como se ve, muy complejas. Se comprende que deben estar en relación con los procesos morbosos y con las alteraciones de los nervios y de los músculos; en efecto, las altera-

ciones de los nervios y de los músculos debidas á intoxicaciones de origen externo ó de origen interno ó á procesos infecciosos, pueden diferir por su naturaleza y por el punto en que radican de las alteraciones consecutivas á los traumatismos de los nervios; la distribución y el desarrollo en los nervios y en los músculos de las degeneraciones consecutivas á alteraciones de las células de la substancia gris de las astas anteriores de la médula, pueden ser de otra índole que en las neuritis; los procesos que conducen á la neuritis segmentaria periaxil pueden determinar reacciones eléctricas diferentes de las producidas por las neuritis que alteran profundamente las fibras nerviosas en su continuidad, etc.

Hoy día sabemos muy poca cosa acerca las relaciones precisas de las alteraciones de los nervios y de los músculos con las diversas formas de reacción de degeneración; queda aún mucho por hacer en este sentido. Creemos con todo útil reproducir aquí los resultados de un importante trabajo de Stintzing¹, referente á las variedades de reacción de degeneración; si bien que despejan sólo parcialmente la cuestión, nos muestran en cambio los diversos grupos, según los casos, de las modificaciones de las reacciones eléctricas de los nervios y de los músculos, y las transformaciones de diferentes variedades de reacción de degeneración unas en otras, ya en los procesos progresivos, ya en los regresivos.

Explicación de los signos y abreviaturas

- f. indica corriente farádica,
- g. — corriente galvánica ó voltaica,
- o. — excitabilidad abolida,
- pr. — contracción viva, pronta,
- tr. — contracción lenta, trabajosa,
- = — excitabilidad normal en cantidad,
- ↑ — aumento de la excitabilidad,
- ↓ — disminución de la excitabilidad,
- ↓ ↓ — disminución mayor y muy pronunciada,
- ↑ ↓ — ya aumento, ya disminución.

¹ STINTZING, *Deutsches Arch. für Klin. Med.*, 1887, Bd. XLI.

Cuadro de las variedades de la reacción de degeneración

(según Stintzing)

Números de orden	REACCIONES		TRANSFORMACIONES	CONDICIONES PATOLÓGICAS	
	Nervio	Músculo			
PRIMER GRUPO (GRADO EL MÁS ELEVADO), DR CON ABOLICIÓN DE LA EXCITABILIDAD DEL NERVI0 (DR COMPLETA)					
1	f. 0	f. 0	Tipo de la DR completa. En los procesos progresivos: deriva de la forma 6. En los procesos regresivos: termina en las formas 2, 3, 11 y en el estado normal.	Parálisis periféricas. Poliomielitis crónica. Parálisis bulbar nuclear progresiva.	
	g. 0	g. tr. ↓↑			
2	f. 0	f. tr. ↓ =	Procesos regresivos: deriva de 1; termina en 9 y en el estado normal.		
	g. 0	g. tr. ↓ =			
3	f. 0	f. pr. ↓ =	Procesos regresivos: deriva de 1, puede persistir largo tiempo.		
	g. 0	g. tr. ↓ =			
SEGUNDO GRUPO (GRADO ELEVADO), DR CON EXCITABILIDAD PARCIAL DEL NERVI0					
4	f. tr. ↓	f. 0	Procesos progresivos: deriva de 7 y 9. Procesos regresivos: deriva de 1, termina en 11 y en disminución simple.	Parálisis periféricas.	
	g. 0	g. tr. ↓ =			
5	f. tr. =	f. tr. =	Procesos regresivos: termina en 8 y 11.		
	g. 0	g. tr. ↑			
6	f. pr. ↓	f. tr. ↓	Procesos progresivos: termina en 1 y 2. Procesos regresivos: termina en 9.		Parálisis periféricas.
	g. 0	g. tr. ↓			

TERCER GRUPO (GRADO MEDIANO), DR CON EXCITABILIDAD DEL NERVI0 CONSERVADA, PERO CONTRACCIÓN LENTA
POR SU EXCITACIÓN PARÁDICA

a) Al mismo tiempo contracción lenta por la excitación voltaica del nervio

7	f. tr. ↓	f. 0	Procesos regresivos: termina en 4.	Parálisis periféricas.	
	g. tr. ↓	g. tr. ↓			
8	f. tr. =	f. tr. ↓	Procesos progresivos: deriva de 13. Procesos regresivos: deriva de 5; termina en 11 y 12.		
	g. tr. =	g. tr. ↓			
b) Con contracción viva por la excitación voltaica del nervio					
9	f. tr. ↓	f. tr. ↓	Procesos progresivos: termina en 4. Procesos regresivos: deriva de 1 y 2; termina en 10, 11 y en el estado normal.		Parálisis periféricas. Alteraciones de las raíces anteriores. Parálisis bulbar nuclear progresiva.
	g. pr. ↓	g. tr. ↓ =			
10	f. tr. ↓	f. tr. ↓	Procesos regresivos: deriva de 9; termina en el estado normal.		
	g. pr. =	g. pr. ↓			

CUARTO GRUPO (GRADO DÉBIL), DR CON CONTRACCIÓN VIVA POR LA EXCITACIÓN DEL NERVI0 (DR PARCIAL)

11	f. pr. ↓	f. 0	Procesos regresivos: deriva de 4, 4, 5, 8 y 9; termina en disminución simple.	Parálisis periféricas. Parálisis diftérica. Elongación de los nervios. Parálisis bulbar nuclear progresiva.
	g. pr. ↓	g. tr. ↓		
12	f. pr. ↓	f. tr. ↓ =	Procesos regresivos: deriva de 8.	
	g. pr. ↓	g. tr. ↑ =		
13	f. pr. ↓	f. pr. ↓	Procesos progresivos: termina en 8 y 12.	
	g. pr. ↓	g. tr. ↑		

Condiciones en que se presenta la reacción de degeneración: su valor semiológico y pronóstico.—

La reacción de degeneración no se presenta exclusivamente en las alteraciones de los nervios periféricos como al principio casi se admitía; pronto se ha reconocido, en efecto, su existencia en cierto número de afecciones del sistema nervioso central. Pero si afecciones muy diferentes por su sitio y naturaleza pueden contar la reacción de degeneración entre sus manifestaciones sintomáticas, todas tienen con respecto á la fisiología patológica un carácter común, la supresión de la influencia trófica de las neuronas periféricas motoras ó tróficas. Esta suspensión puede depender de alteraciones de los centros tróficos mismos de los nervios y de los músculos, esto es, de alteraciones de las células de la sustancia gris de las astas anteriores de la médula ó de los núcleos correspondientes del bulbo y de la protuberancia; ó bien puede aquélla depender de alteraciones de los nervios periféricos en un punto cualquiera de su trayecto, desde sus filetes radiculares á sus terminaciones, dando lugar á la interrupción de la influencia trófica de estos centros sobre las partes del aparato neuromuscular situadas hacia abajo.

A. — En las *afecciones encefálicas* no se comprueba DR cuando las alteraciones alcanzan sólo á las neuronas centrales; pero la DR aparece cuando la afección alcanza á las neuronas motoras periféricas, y solamente en la esfera de su distribución. Esto es lo que se observa cuando los núcleos motores bulbares y protuberanciales ó los filetes radiculares que de ellos nacen están alterados, sea directamente (focos hemorrágicos, focos de reblandecimiento, etc.), ó bien por compresión de proximidad (focos hemorrágicos, tumores, etc.). La DR puede aparecer aún, en el curso de afecciones encefálicas, en la esfera de distribución de los nervios craneales motores, cuando éstos se encuentran alterados en su trayecto en la base del cráneo, casi siempre por compresión (tumores, exudados, etc.). Por último, en las afecciones que alteran profundamente las células mismas de los núcleos bulbares motores, como la parálisis labioglosolaríngea, la parálisis bulbar de la esclerosis lateral amiotrófica, etc., se observa generalmente la DR; puede á veces pasar desapercibida á causa de la evolución lenta y progresiva del proceso de degeneración.

B. — En las *afecciones espinales* la DR falta cuando las alteraciones interesan solamente los haces de sustancia blanca de la médula, sin comprender los filetes radiculares anteriores, y únicamente á la sustancia gris de las astas anteriores. Así, la DR falta en las esclerosis de los cordones ántero-laterales, en gran número de mielitis, en la tabes. En esta última enfermedad, no obstante, se observan algunas veces atrofas-mus-

culares más ó menos extensas con DR: la patogenia de ello es aún discutida; en ciertos casos parecen depender de neuritis periféricas, y en otros de alteraciones extendidas á las astas anteriores de la médula. Algunas veces en las mielitis difusas se observa también DR más ó menos extensa, cuando las lesiones alcanzan á las astas anteriores ó á los filetes radiculares que atraviesan los cordones ántero-laterales. Por las mismas razones aparece algunas veces, aunque es raro, la DR más ó menos limitada en casos de esclerosis en placas. La DR se observa en la hematomielia, cuando el foco hemorrágico penetra en las astas anteriores ó cuando las comprime por contigüidad. Las lesiones de la siringomielia alcanzan á menudo á las astas anteriores, determinando la atrofia en los músculos correspondientes con DR: hemos visto ya, no obstante, que la DR podía en semejante caso escapar más ó menos completamente á las investigaciones á causa de la lentitud del proceso de degeneración en los músculos. Los tumores de la médula pueden también propagarse á las astas anteriores, ó bien comprimirlas, y por tanto dar lugar á la DR; ésta depende á menudo en tal caso de la compresión de las raíces anteriores, especialmente cuando los tumores forman prominencia en el conducto raquídeo. A este último mecanismo es igualmente debida la DR que se observa con bastante frecuencia en la paquimeningitis. Las afecciones espinales precedentes dan lugar á la DR, ya por alteraciones extendidas secundariamente á las células de las astas anteriores, ya por alteraciones de las raíces anteriores.

En otro grupo de afecciones espinales, la DR depende de alteraciones primitivas de las células de las astas anteriores. Así ocurre en las diversas clases de poliomiелitis anteriores: poliomiелitis anteriores agudas de la infancia ó de la edad adulta (parálisis infantil y parálisis espinales anteriores agudas), poliomiелitis anteriores subagudas, poliomiелitis anteriores crónicas (atrofia muscular progresiva Aran-Duchenne, etc.). En esta última clase de poliomiелitis anteriores, la DR, á causa de la lentitud del proceso, es algunas veces poco acentuada; pasa fácilmente desapercibida por las razones antes expuestas, pero casi siempre un examen atento descubre sus huellas en algunos de los músculos en vías de atrofia. Lo propio ocurre también en la esclerosis lateral amiotrófica.

Cierto número de alteraciones de las células de las columnas grises anteriores del bulbo y de la médula no parecen determinar con todo la DR, sin duda cuando son poco intensas y no suprimen la influencia trófica de las neuronas en los músculos correspondientes. Así, en las poliomiелitis anteriores agudas, los músculos paralizados al principio no ofrecen DR y recobran rápidamente su funcionamiento. Parece muy racional admitir,