

## XX.

# Die Harnstoffausscheidung nach monopolaren und dipolaren faradischen Bädern.

Von

**Dr. Lehr,**

Dirigirendem Arzt von Bad Nerothal.

~~~~~

Die Frage, ob das monopolare oder dipolare elektrische Bad das therapeutisch zweckmässigste ist, wird noch immer verschieden beurtheilt.

Die Versuche von Eulenburg, Trautwein und Stein haben als Vorzug der monopolaren Badeform ergeben einmal, dass in demselben der Körper des Badenden nachweislich von einer grösseren Strommenge durchzogen wird als unter sonst gleichen Versuchsanordnungen im dipolaren Bade, und ferner, dass die Gesamtmenge des polarisirenden Stromes auch wirklich in den Körper eintritt und folglich am Galvanometer direct ablesbar ist.

Als ein Nachtheil des monopolaren Bades ist zu verzeichnen der Umstand, dass bei dem Stromschlusse ausserhalb des Wassers auf einem Körpertheil direct (Hände, Rücken) der Strom hier eine zu hohe Dichtigkeit erfährt. Erstens werden dadurch gewisse Stromstärken unverwerthbar und zweitens vergrössert sich die Polarisation an dieser Stelle bedeutend.

Im dipolaren Bade fällt bei genügend grossem Querschnitt der Elektroden dieser Uebelstand fort und gelingt es, durch geschickte Anordnung der Elektroden den Strom mit annähernd gleicher Dichte in den Körper gelangen zu lassen. Keineswegs aber liegt im dipolaren Wannenmodell der Badende in Nebenschliessung, wie früher angenommen wurde, sondern derselbe empfängt — nach Stein's

Versuchen auch physikalisch nachweisbar — zu Heilzwecken genügende Strommengen.

Ein Nachtheil der dipolaren Badeform bleibt freilich, dass man die Gesamtmenge des Stromes, welcher wirklich in den Körper eindringt, nicht direct am Galvanometer ablesen, sondern nur aus der Differenz des Ausschlages vor und nach Eintritt in das Bad abschätzen kann.

Im Allgemeinen kann ich nun nach mehrjähriger Erfahrung die in meiner früheren Arbeit (Die Hydroelektrischen Bäder etc. 1885. Verlag von J. F. Bergmann.) aufgestellte Ansicht festhalten, nach welcher ich bei Anwendung des constanten Stromes beiden Modellen eine verschiedene Wirkungsweise und darum auch einen verschiedenen Wirkungskreis zuschreibe. Während ich aber damals noch annahm, dass die Wahl der Form für das faradische Bad abgesehen von der Bequemlichkeit mehr oder weniger irrelevant sei, so muss ich heute, auf Grund der nachfolgenden Versuche, dem dipolaren Bade auch den Vorzug geben zur Ausübung der allgemeinen Faradisation. Ich füge hinzu, dass ich neuerdings häufiger die von Stein empfohlene dritte Plattenelektrode zwischen den Oberschenkeln benutze, wodurch die allgemeine Stromdichte mehr gleichmässig vertheilt wird.

Mein Experiment galt der Prüfung derjenigen Veränderungen, welche unter dem Einflusse von monopolaren faradischen Bädern der Gesamtstoffwechsel erfährt. Als Massstab desselben galt mir die Grösse des Stickstoffumsatzes im Körper, wie sie sich in der täglichen Harnstoffausscheidung präsentirt. Die Versuchsanordnung blieb die nämliche wie in meinen früheren Versuchen; zur Versuchsperson wählte ich mich wieder selbst.

Zunächst wurde mein Körper in ein gewisses Stickstoffgleichgewicht gebracht durch Zuführung einer bestimmten, sich gleichbleibenden, genau abgewogenen und in regelmässigen Zeiträumen genommenen Nahrung.

Alle Genussmittel (Alkohol, Tabak) waren ausgeschlossen und achtete ich ausserdem streng darauf, meine ganze Lebensweise möglichst gleichmässig zu gestalten. So stand ich zur bestimmten Stunde auf, arbeitete bestimmte Stunden geistig, regelte meine Spaziergänge nach der Uhr und begab mich um dieselbe Zeit regelmässig zu Bett.

Die Urinmenge, welche ich von Morgens 7 Uhr an in 24 Stunden entleerte, wurde gesammelt, in einem grossen Gefässe gemischt und auf ihren Harnstoffgehalt, den festen Rückstand und ihr specifisches Gewicht geprüft. Ausserdem notirte ich die Zahl der täglichen

Stühle und mass das Körpergewicht (Nacktgewicht) täglich morgens nüchtern. Die Harnstofftitrirung geschah wie in den früheren Versuchen nach der gewöhnlichen Quecksilbermethode, die Gewinnung des festen Rückstandes durch Wägung. Die Versuchsdauer belief sich auf 17 Tage, während welcher der Körper in Stickstoffgleichgewicht gehalten wurde. In den ersten vier Tagen nahm ich kein Bad, in den nächstfolgenden fünf Tagen regelmässig morgens nüchtern ein monopolarer faradisches Bad  $34^{\circ}\text{C}$ . 15 Minuten. Die Anode des Öffnungsstromes bildete eine quer über die Wanne laufende, gut umwickelte Metallstange, welche mit den Händen umfasst wurde. Die Kathode bestand aus einer grossen am Fussende der Wanne im Wasser befindlichen Platte. Die Stromstärke des in einem Chromsäuretauchelement erzeugten primären faradischen Stromes wurde so gewählt, dass der Metallkern der Rolle um 2,5—3,5 Ctm. herausgezogen war. Bei dieser Einstellung hatte ich sehr lebhaftes Kriebeln und leichtes Fibrilliren der Muskeln der Hände und Vorderarme, während in den Unterextremitäten und am Rumpf das Empfindungsminimum noch nicht erreicht war. Dem entsprechend empfand ich nach dem Bade in den Vorderarmen eine nicht unbedeutende Ermüdung, in den Beinen ein Gefühl von Schwäche.

Am zehnten Tage wurde das Baden ausgesetzt, dann nahm ich wieder vier Tage nacheinander monopolarer Bäder mit so starkem Strom, dass die Contraction der Vorderarmmuskeln geradezu unerträglich war. Abstand des Metallkernes 4—5 Ctm.

Nun liess ich in derselben Wanne noch drei Tage nacheinander dipolare faradische Bäder folgen mit gleichem Ansatz der Pole — An. grosse Metallplatte am Kopfende — und zwar Abstand des Metallkernes  $3\frac{1}{2}$ —5 Ctm. Bei dieser letzteren, stärksten Einstellung, welche meistens erst gegen Ende des Bades in Action trat, rief der Strom nur einen leichten Schauer, ein ganz leichtes Kriebeln auf der ganzen Körperoberfläche hervor.

Das Durchschnittsergebniss der einzelnen Perioden zeigt nun die umstehende Tabelle.

Es ergab sich also, dass durch Gebrauch der monopolaren faradischen Bäder in einer therapeutisch zulässigen Stromstärke (Periode I) die tägliche Harnstoffausscheidung nur um etwa ein Gramm vermehrt wurde, also kaum mehr wie durch gewöhnliche warme Wasserbäder. Denn diese producirten nach meinen früheren Untersuchungen 37,62 Grm. durchschnittlich gegen 37,19 Grm. vorher. Selbst wenn die Stromdichte in den Armen zu einer Höhe vermehrt wurde, welche auch für den Geübten ganz unerträglich schmerzhaft

|                                              | Des Urins    |            |           |                     | Körpergewicht |
|----------------------------------------------|--------------|------------|-----------|---------------------|---------------|
|                                              | Gesammtmenge | spec. Gew. | Harnstoff | feste Bestandtheile | Kilo          |
| Controlltage vor dem Gebrauch der Bäder..... | 2364         | 1,010      | 29,2      | 50,4                | 55,17         |
| Monopolare Bäder I. Periode...               | 2556         | 1,010      | 30,16     | 58,6                | 55,24         |
| Monopolare Bäder II. Periode.                | 2536         | 1,010      | 31,55     | 57,4                | 55,34         |
| Dipolare Bäder.....                          | 2645         | 1,010      | 34,4      | 58,8                | 55,15         |

war, und welche deshalb zu Heilzwecken wohl niemals anwendbar wäre, stieg die Harnstoffausscheidung nur um 2,3 Grm. pro die.

Durch die dipolaren Bäder aber erzielte ich eine tägliche Harnstoffvermehrung von 5,2 Grm. (Vergleiche meine früheren Versuche.) Dazu kommt, was jedem aufmerksamen Leser der Protokolle sofort einleuchten muss, dass ich einen Fehler machte, indem ich einen Tag zu früh mit Baden begann. Am letzten Controlltag ohne Bad hatte eine Abnahme der durchschnittlichen Harnmenge um etwa 400 Ccm. stattgefunden, die erst am folgenden Morgen entleert wurden und nun mit ihrem Harnstoffgehalt als plus der Badeperiode hinzugerechnet werden mussten. Genau genommen hätte sich also das Ergebniss noch ungünstiger für die monopolaren Bäder stellen müssen, nämlich etwa 30,0 gegen später 30,16.

Durch alle Versuche hindurch blieb das specifische Gewicht des Urines gleich. Eine daraufhin vorgenommene procentualische Berechnung der täglichen Harnstoffausscheidung ergab folgendes:

In den Controlltagen wurden entleert 1,23 Harnstoff auf 100,0 Harn.

Während der monopolaren Bäder I wurden entleert 1,14 Harnstoff auf 100,0 Harn.

Während der monopolaren Bäder II wurden entleert 1,24 Harnstoff auf 100,0 Harn.

Während der dipolaren Bäder wurden entleert 1,30 Harnstoff auf 100,0 Harn.

Es verursachten also nur die dipolaren faradischen Bäder eine nennenswerthe procentualische Vermehrung der Harnstoffausscheidung. Die übrigen festen Bestandtheile des Harns wurden durch beide Badeformen vermehrt ausgeschieden, ohne dass sich dabei eine merkliche Differenz geltend machte. Diuretisch am Hervorragendsten wirkte ebenfalls das dipolare Bad, indem die täglichen Harnmengen

die Ausscheidungen während der monopolaren Badezeit um 100 Ccm. übertrafen.

Bemerkenswerth sind endlich auch die Resultate der Körperwägung. Das Körpergewicht ging nämlich genau parallel mit der täglichen Harnausscheidung. War das Nachtgewicht Morgens hoch, so erfolgte in den nächsten 24 Stunden eine vermehrte Urinentleerung, welche das Körpergewicht wieder auf sein Durchschnittsmass zurückbrachte. Auf diese Weise blieb der Stand des Körpers am Ende des Versuchs gleich dem Gewicht zu Beginn desselben.

Aus diesem Versuche geht also unzweifelhaft hervor, dass das dipolare faradische Bad einen weit grösseren Einfluss auf den Geammtstoffwechsel des Menschen ausübt als das monopolare. Wenn nun andererseits erwiesen ist, dass im monopolaren Bade der Körper von einer relativ grösseren Strommenge durchströmt wird, so wird der Schluss zulässig, dass die hauptsächlichste Wirkung der faradischen Bäder eine Reflexwirkung ist. Je allgemeiner der specifische Hautreiz ist, je mehr die durch Rumpf als besondere Reflexträger gekennzeichneten Hautregionen von dem Reize betroffen werden, um so energischer wird die Wirkung sein. Andererseits sind gerade die Hände, welche im monopolaren Bade unter höchster Stromdichte stehen, durch die Beschäftigung des täglichen Lebens gegen äussere Reize etwas abgestumpft und deshalb zur Auslösung von Reflexwirkungen weniger geeignet. Schon Eulenburg rechnet die hydroelektrischen Bäder ihrer Hauptwirkung nach zu den sog. hautreizenden und ich habe mich dieser Ueberzeugung in meiner Schrift vollauf angeschlossen. Unterstützend für diese Ansicht über die speciell reflectorische Wirkung der elektrischen Bäder mögen allenfalls noch die folgenden Versuche wirken über die Veränderungen, welche die Sensibilität der Haut erfährt durch die monopolaren faradischen Bäder.

Vorausschicken muss ich, dass meine Versuchsergebnisse von denen Eulenburg's abweichen. Freilich benutzte ich auch nur den primären faradischen Strom als Reizmittel. Die Versuche wurden zum grossen Theil an mir selbst, später aus äusseren Gründen an einer sehr intelligenten erwachsenen Person gemacht, welche mir schon häufig zu solchen Zwecken gedient hat.

Während nach Eulenburg die faradocutane Sensibilität im monopolaren faradischen Bade mehr oder weniger beträchtlich absinkt, ergaben meine Versuche, dass dieselbe je nach Dauer und Stärke des Stromes verschieden beeinflusst wird. Im Allgemeinen bewirkt ein kurz dauerndes Bad (10 Minuten) mit schwachem Strom

Erhöhung der faradocutanen Sensibilität; länger einwirkende Bäder (20—30 Minuten) mit höherer Stromdichte eine Herabsetzung derselben. Dass die der Nebenelektrode, d. h. dem ausserhalb des Wassers befindlichen Pol zunächst liegenden Körpertheile einen speciellen oder hervorragenden Antheil an den Veränderungen zeigten, habe ich trotz vielfacher Versuche nicht constatiren können.

Es würde sich also die Wirkung der monopolaren faradischen Bäder auf die faradocutane Sensibilität analog verhalten derjenigen des dipolaren Modells. Dennoch ist es mir in zwanzig Versuchen nur selten gelungen, so hochgradige und vor Allem so einheitlich über alle Körperregionen vertheilte Reactionen zu erzielen wie durch dipolare Bäder.

Monopolares Bad  $34^0 10'$  Ka des

Öffnungsstromes.

Hände, Strom schwach.

| Reizstelle.         | Linke Seite<br>vor   nach<br>dem Bade. |     |
|---------------------|----------------------------------------|-----|
| Wange .....         | 128                                    | 120 |
| Hals .....          | 133                                    | 135 |
| Rücken .....        | 126                                    | 118 |
| Leib .....          | 110                                    | 111 |
| Oberarm .....       | 140                                    | 145 |
| Vorderarm .....     | 130                                    | 136 |
| Mittelfinger .....  | 119                                    | 119 |
| Oberschenkel .....  | 111                                    | 125 |
| Unterschenkel ..... | 110                                    | 108 |
| Fussrücken .....    | 100                                    | 96  |

Monopolares faradisches Bad

$34^0 10'$ .

Schwacher Strom.

| Reizstelle.         | Linke Seite<br>vor   nach<br>dem Bade. |     |
|---------------------|----------------------------------------|-----|
| Wange .....         | 118                                    | 115 |
| Hals .....          | 128                                    | 140 |
| Rücken .....        | 116                                    | 120 |
| Leib .....          | 112                                    | 122 |
| Oberarm .....       | 107                                    | 118 |
| Vorderarm .....     | 107                                    | 116 |
| Mittelfinger .....  | 123                                    | 120 |
| Oberschenkel .....  | 120                                    | 128 |
| Unterschenkel ..... | 101                                    | 105 |
| Fussrücken .....    | 98                                     | 100 |

Dipolares faradisches Bad  $34^0 10'$ , schwacher Strom.

| Reizstelle.         | Linke Seite<br>vor   nach<br>dem Bade. |     |
|---------------------|----------------------------------------|-----|
| Wange .....         | 187                                    | 191 |
| Rücken .....        | 145                                    | 163 |
| Leib .....          | 140                                    | 165 |
| Oberarm .....       | 182                                    | 187 |
| Vorderarm .....     | 181                                    | 191 |
| Mittelfinger .....  | 183                                    | 190 |
| Oberschenkel .....  | 140                                    | 166 |
| Unterschenkel ..... | 143                                    | 170 |
| Fussrücken .....    | 120                                    | 165 |

## Monopolares faradisches Bad 34° 20', starker Strom.

| Reizstelle.         | Linke Seite |                | Reizstelle.         | Linke Seite |                |
|---------------------|-------------|----------------|---------------------|-------------|----------------|
|                     | vor         | nach dem Bade. |                     | vor         | nach dem Bade. |
| Wange .....         | 117         | 114            | Wange .....         | 128         | 125            |
| Hals .....          | 130         | 126            | Hals .....          | 130         | 125            |
| Rücken .....        | 112         | 115            | Rücken .....        | 120         | 115            |
| Leib .....          | 114         | 113            | Leib .....          | 122         | 118            |
| Oberarm .....       | 114         | 110            | Oberarm .....       | 127         | 125            |
| Vorderarm .....     | 121         | 124            | Vorderarm .....     | 120         | 120            |
| Mittelfinger .....  | 126         | 127            | Mittelfinger .....  | 125         | 123            |
| Oberschenkel .....  | 115         | 113            | Oberschenkel .....  | 120         | 118            |
| Unterschenkel ..... | 109         | 111            | Unterschenkel ..... | 116         | 112            |
| Fussrücken .....    | 98          | 90             | Fussrücken .....    | 110         | 115            |

Der Leitungswiderstand wird im faradischen monopolaren Bade ebenso herabgesetzt, wie im dipolaren.

In Bezug auf den Raumsinn des menschlichen Körpers ergab sich dasselbe Gesetz: Erhöhung desselben an einzelnen Körpertheilen wechselt ab mit Herabsetzung der Empfindung, sowohl nach kurzen Bädern mit schwachem Strom, als auch nach starken, langandauernden Strömen. Im Allgemeinen überwog als Resultat der monopolaren faradischen Bäder eine Erhöhung des Raumsinnes, so dass unter 50mal 22mal die Erhöhung, 18mal die Abnahme mehr hervortrat.

## Raumsinn.

Monopolares faradisches Bad.

34° C. 10'.

Schwacher Strom.

| Reizstelle.         | Linke Seite |                |
|---------------------|-------------|----------------|
|                     | vor         | nach dem Bade. |
| Wange .....         | 4           | 3              |
| Hals .....          | 11          | 10             |
| Rücken .....        | 35          | 37             |
| Leib .....          | 40          | 40             |
| Oberarm .....       | 17          | 20             |
| Vorderarm .....     | 26          | 28             |
| Mittelfinger .....  | 3           | 3              |
| Oberschenkel .....  | 30          | 29             |
| Unterschenkel ..... | 42          | 40             |
| Fussrücken .....    | 20          | 17             |

Monopolares faradisches Bad.

34° C. 20'.

Starker Strom.

| Reizstelle.         | Linke Seite |                |
|---------------------|-------------|----------------|
|                     | vor         | nach dem Bade. |
| Wange .....         | 7           | 7              |
| Hals .....          | 17          | 17             |
| Rücken .....        | 35          | 40             |
| Leib .....          | 25          | 28             |
| Oberarm .....       | 17          | 15             |
| Vorderarm .....     | 15          | 15             |
| Mittelfinger .....  | 2           | 2              |
| Oberschenkel .....  | 32          | 40             |
| Unterschenkel ..... | 35          | 35             |
| Fussrücken .....    | 17          | 13             |

## Dipolares faradisches Bad 34° 20', starker Strom.

| Reizstelle.         | Linke Seite   |                |
|---------------------|---------------|----------------|
|                     | vor dem Bade. | nach dem Bade. |
| Wange .....         | 10            | 11             |
| Hals .....          | 23            | 35             |
| Leib .....          | 45            | 55             |
| Rücken .....        | 40            | 45             |
| Vorderarm .....     | 40            | 46             |
| Mittelfinger .....  | 4             | 4              |
| Oberschenkel .....  | 48            | 55             |
| Unterschenkel ..... | 50            | 55             |
| Fussrücken .....    | 35            | 40             |

Vergleicht man hiermit die Ergebnisse, welche ich durch dipolare faradische Bäder erwirkte, so erhellt, dass der Einfluss des monopolaren faradischen Bades auf die Gemeingefühle der Haut — faradocutane Sensibilität und Raumsinn — keineswegs ein so eingreifender und allgemeiner ist, wie derjenige der erstgenannten Bäder. Es dürfte demnach überhaupt die dipolare oder tripolare Badeform den Vorzug verdienen vor der monopolaren, sowohl als hautreizendes, wie als ein den Gesamtstoffwechsel beförderndes Bad.

| Novbr. | Des Urines  |            |           |                     | Stuhl.  | Kilogramm.<br>Körpergewicht<br>Nacktgewicht. | Bemerkungen.                                                   |
|--------|-------------|------------|-----------|---------------------|---------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|        | Gesamtmenge | spec. Gew. | Harnstoff | Feste Bestandtheile |         |                                              |                                                                |
| 21.    | 2625        | 1,009      | 30,0      | —                   | fehlt   | 55,20                                        |                                                                |
| 22.    | 2425        | 1,009      | 28,2      | 44,7                | 2. fest | 55,0                                         |                                                                |
| 23.    | 2380        | 1,011      | 29,8      | 52,9                | 1.      | 54,95                                        |                                                                |
| 24.    | 1975        | 1,011      | 28,8      | 53,7                | 1.      | 55,10                                        |                                                                |
| 25.    | 2880        | 1,009      | 34,1      | 61,0                | 1.      | 55,60                                        | 1. Monopol. farad. Bad.<br>1 El. 2,5 Ctm. Rollenabst.          |
| 26.    | 2475        | 1,011      | 29,1      | 53,5                | 1.      | 55,10                                        | 2. Bad. 3 Ctm. Rollenabst.                                     |
| 27.    | 2480        | 1,011      | 27,6      | 60,9                | 1.      | 55,20                                        | 3. Bad. Rollenabst. 3,5 Ctm.                                   |
| 28.    | 2335        | 1,011      | 29,6      | 57,5                | fehlt   | 55,10                                        | 4. Bad. id.                                                    |
| 29.    | 2610        | 1,011      | 30,4      | 60,2                | 1.      | 55,50                                        | 5. Bad id.                                                     |
| 30.    | 2660        | 1,011      | 29,3      | 58,4                | 2. fest | 55,30                                        | Kein Bad.                                                      |
| Decbr. |             |            |           |                     |         |                                              | 1. Monopol. farad. Bad.<br>Rollenabst. 5 1/2 Ctm.              |
| 1.     | 2330        | 1,011      | 29,5      | 57,0                | fehlt   | 55,20                                        |                                                                |
| 2.     | 2705        | 1,011      | 33,1      | 61,2                | 1.      | 55,50                                        | 2. Bad. id.                                                    |
| 3.     | 2380        | 1,010      | 30,6      | 55,3                | fehlt   | 55,20                                        | 3. Bad. id.                                                    |
| 4.     | 2740        | 1,009      | 33,0      | 56,3                | 1.      | 55,50                                        | 4. Bad. id.                                                    |
| 5.     | 2690        | 1,010      | 34,1      | 59,0                | 1.      | 55,30                                        | 1. Dipol. farad. Bad. Rollenabst. 3 1/2; am Schluss 4 1/2 Ctm. |
| 6.     | 2665        | 1,010      | 35,1      | 57,7                | 1.      | 55,25                                        | 2. dipol. Bad. Rollenabst. 5 Ctm.                              |
| 7.     | 2580        | 1,011      | 34,0      | 59,9                | 1.      | 55,0                                         | 3. Dipolares Bad.                                              |
| 8.     | —           | —          | —         | —                   | —       | 55,20                                        |                                                                |