

(Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Turin. — Direktor:  
Prof. *M. Carrara*.)

## **Die Refraktometrie des Blutes der beiden Herzkammern bei Ertrunkenen.**

Von  
**Dr. Georg Canuto.**

In Heft 1 des 9. Bandes der Dtsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. ist eine Arbeit von *Szulislawska* und *Tobiczyk* erschienen über den Refraktionsindex des Blutserums aus beiden Herzkammern von Hunden, die künstlich ertränkt wurden oder auf andere Weise gestorben waren. Der Vergleich der unter verschiedenen Versuchsbedingungen erhaltenen Resultate führte die Verfasser zu dem interessanten Ergebnis, daß bei ertränkten Tieren während der ersten Stunden nach dem Tode der Refraktionsindex des Serums des linken Ventrikels im Vergleich zu dem des rechten regelmäßig erniedrigt ist, wegen der größeren Verdünnung des Eiweißes durch die Ertränkungsflüssigkeit. Bei anderen gewaltsamen Todesarten fehlte dieser Unterschied.

Auf Grund dieser Resultate empfehlen die Autoren die refraktometrische Methode für die gerichtlich-medizinische Diagnose des Ertrinkens, da sie einfacher, praktischer und an Wert den schwierigsten bis heute vorgeschlagenen fast gleichwertig sei.

Das Untersuchungsprinzip der refraktometrischen Methode weicht eigentlich nicht wesentlich von allen anderen, die den Unterschied in der Verdünnung des Blutes der beiden Ventrikel prüfen, ab, unterscheidet sich jedoch von der am meisten bekannten, empfindlichen und präzisen Methode der Kryoskopie von *Carrara* dadurch, daß bei dieser die Verdünnung der Salze des Serums, der Krystalloide bestimmt wird, während in jener, wenigstens vorwiegend, die Verdünnung der Kolloide nachgewiesen werden soll. Der Refraktionsindex hängt jedoch nicht nur vom Eiweißgehalt, sondern auch vom Vorhandensein anderer Stoffe ab. *Zanda* studierte die Veränderung des Refraktionsindex des Serums durch Urate, Glykoside und Kochsalz. Beim Hinzufügen von bestimmten Mengen der genannten Substanzen zu Serum konnte er beobachten, daß der Refraktionsindex sich im selben Verhältnis ändert, wie er sich für verschiedene Mengen von Uraten, Glykosiden und Kochsalz in reinen Lösungen ändern würde. Dem Autor zufolge hat diese Tatsache keine

große Bedeutung bei der Bestimmung des Eiweißgehaltes zu klinischen Zwecken, da der Gehalt an Glykosiden, Uraten und Kochsalz im Blute sich in so engen Grenzen hält, daß dieselben keinen erheblichen Einfluß auf die Messung des Eiweißgehaltes besitzen.

Dies muß berücksichtigt werden beim Ertrinken in anderen Flüssigkeiten, als Süßwasser, was ja übrigens, wenn auch im geringeren Maße auch für die Kryoskopie gilt, weil es zu irrümlichen Deutungen führen könnte.

Die refraktometrische Serumuntersuchung wird schon seit längerer Zeit in der Klinik zur Eiweißbestimmung in organischen Flüssigkeiten verwendet, so daß das Refraktometer jetzt zum Laboratoriumsinstrumentarium gehört. Es sind auch ständig die Tabellen von *Reiss* im Gebrauch, die den Prozentgehalt des Eiweißes in bezug zum Refraktationsindex anzeigen.

Die Anwendung der Refraktometrie beim Ertrinkungstode zur Untersuchung auf Verdünnung des Blutserums im linken Ventrikel im Vergleich zu dem des rechten ist von *Fischer* in seiner Arbeit über den Gebrauch der Spektroskopie und anderer physikalischer Methoden in der gerichtlichen Medizin vorgeschlagen worden. Obgleich er darüber keine persönliche Erfahrung besaß, riet er zu ihrer Anwendung, weil sie befriedigende Resultate, analog der Kryoskopie und der Messung der elektrischen Leitfähigkeit, geben könnte.

Die Refraktometrie wird auf Anregung von Prof. *Carrara* seit 1922 im Institut für gerichtliche Medizin zu Turin zur Bestimmung der Blutdichte in den beiden Herzkammern von Ertrunkenen angewandt. Sie wird nicht nur von Studenten in ihren praktischen Übungen ausgeführt, sondern auch bei gerichtlichen Sektionen benutzt.

Nicht aus Prioritätsgründen, sondern einfach, um einen Beitrag nicht nur rein experimenteller Art, sondern auf Grund praktischer Anwendung zu geben, teile ich kurz die Ergebnisse mit, die bis heute mit dieser Untersuchungsmethode in unserem Institut gemacht worden sind.

Da die meisten Fälle von Ertrinken auf Unfall oder Selbstmord beruhen, die nicht mit medizinischen Untersuchungsmethoden sichergestellt werden, bleiben die Leichen nach unserer Gesetzbestimmung auf Wunsch zur Verfügung der Angehörigen und entgehen mithin zum größten Teil der Obduktion. So konnte ich bei über 100 Leichen von Ertrunkenen, die seit 1922 bis heute in unser Institut eingeliefert wurden, diese Methode nur in wenigen Fällen, den unten wiedergegebenen, versuchen. Ich schicke voraus, daß die refraktometrische Methode grundsätzlich dieselbe Fehlerquelle wie alle anderen besitzt, die auf der Verdünnung des Blutes in den beiden Ventrikeln beruhen.

Ihr Ergebnis ist, meines Erachtens, in der praktischen Anwendung nicht so empfindlich und präzise, wie es die Sensibilität der Instrumente

ermöglicht, so daß nur grobe Unterschiede im Refraktionsindex praktisch in Betracht kommen können.

Deshalb sind auch nicht unbedingt besonders empfindliche Instrumente erforderlich, noch bedarf es einer Ermittlung der Differenz in absoluten Werten, sondern es genügt der Nachweis eines beachtenswerten Unterschiedes.

Da ein solches für wissenschaftliche Zwecke allerdings zu ungenaues Resultat das praktische Bedürfnis erfüllt, glaubte ich, über die bis heute erhaltenen Resultate berichten zu können, weil der größte Teil meiner Beobachtungen — bevor das Institut mit geeigneten Instrumenten (wie dem Refraktometer von Abbé, welches den Refraktionsindex direkt anzeigt, und dem Immersionsrefraktometer) ausgestattet wurde — mit einem Refraktometer gewonnen wurde, das eigentlich zur Bestimmung des Fettgehaltes bestimmt ist (Butterrefraktometer) und nur die Ermittlung eines Unterschiedes in der Blutverdünnung in beiden Ventrikeln anstrebte, ohne es auf eine quantitative Bestimmung des Unterschiedes abzusehen.

*Szulislawska* und *Tobiczyk* haben beobachtet, daß man nicht immer vollständig reines Blutserum aus den Herzkammern erhält, so daß sie mitunter zu einer Verdünnung mit 1% Calciumchloridlösung und zum Zentrifugieren Zuflucht nahmen. In meinen Beobachtungen konnte ich bemerken, daß die Betrachtung des gelben, klaren Serums im refraktometrischen Felde eine sehr deutliche Grenze ergibt, bei der des mehr oder weniger hämolysierten Serums dagegen die Grenze weniger scharf ist, aber doch genügt, um zu praktischen Bestimmungen den Übergangspunkt vom dunklen Feld zum hellen zu erkennen, wobei das helle Feld dann rot erscheint.

Öfter fand ich sowohl mit Serum als mit Blut, daß die Resultate hinreichend übereinstimmen, um den Unterschied der Blutverdünnung des einen Ventrikels im Vergleich zum andern aufzuzeigen, falls er groß genug ist, um auf ihn eine praktische Diagnose zu stützen.

Ich berichte hier in Kürze über die in 21 Fällen von Ertrunkenen, die ich obduziert habe, gemachten Beobachtungen. In 5 von ihnen waren die Ventrikel leer, und die Sektion konnte bei letzteren erst 6—15 Tage nach der Bergung der Leiche aus dem Wasser ausgeführt werden!

In den anderen Fällen, bei denen im Herzen noch Blut vorhanden war, wurden folgende Ergebnisse erhalten:

• 1. Obduktion 1658, am 5. IV. 1922. Den Studenten demonstriert. Unbekannter Mann, von ca. 32 Jahren, Selbstmord. *Verbleib im Wasser 2—3 Tage, außerhalb des Wassers 4 Tage.* Spärliche Hypostasen des Rückens. Kopf violett gefärbt. Spuren von Sand an den Gliedern und unter den Nägeln. Hyperämie der Lungen, besonders rechts. Reichlich wässrige Flüssigkeit im Magen.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

2. Obduktion 1740, am 13. XII. 1922. Den Studenten demonstriert. 35jähriger Mann, Selbstmord. *Verbleib im Wasser 5—7 Tage, außerhalb 4 Tage.* Hypostasen des Kopfes und der Schulter. Waschhaut an Händen und Füßen. Lungenhyperämie.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

3. Obduktion 1762, am 8. I. 1923. Den Studenten demonstriert. 47jähriger Mann, Bettler, Epileptiker, infolge epileptischen Anfalls ins Wasser gestürzt und fast sogleich herausgezogen. *Verbleib im Wasser wenige Minuten, außerhalb des Wassers 4 Tage.* Hypostasen des Kopfes, der Schulter und an der Rückseite der unteren Glieder. Etwas Sand in den Haaren. Hyperämie der Lungen.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

4. Obduktion 1783, am 27. II. 1923. Gerichtliche Sektion. 50jähriger Mann, Selbstmord? *Verbleib im Wasser ungefähr 1 Monat, außerhalb des Wassers 6 Tage.* Grüne, diffuse Färbung, Haut in Fetzen an mehreren Stellen. Intensive Maceration der Hände und Füße, mit Abstoßen von Epidermisfetzen. Mittlere Lungen-  
dehnung.

*Refraktometrisch: Das Blut im linken Ventrikel ist dünner.*

5. Obduktion 1791, am 19. III. 1923. Den Studenten demonstriert. Unbekannter Mann von ca. 70 Jahren. *Verbleib im Wasser einige Stunden, außerhalb 10 Tage.* Leiche mit Erde beschmutzt. Spärliche Hypostasen. Diffuse bläuliche Färbung am Gesicht. Hyperämie der Lungen.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

6. Obduktion 1796, am 26. III. 1923. Den Studenten demonstriert. Unbekannter Mann von ca. 50 Jahren. Unglücksfall? *Verbleib im Wasser 2—3 Tage, außerhalb 7 Tage.* Auflagerung von Erde und trockenen Blättern. Gänsehaut. Spärliche Hypostase des Rückens, intensive an Kopf, Nacken und Schultern. Leichte Maceration der Fingerkuppen. Hyperämie der Lungen.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

7. Obduktion 1891, am 5. XII. 1923. Den Studenten demonstriert. 38jähriger Mann, Selbstmord? *Verbleib im Wasser ca. 12 Stunden, außerhalb des Wassers 5 Tage.* Mittlere Hypostase des Rückens, intensive des Kopfes, Halses und der Schultern. Dünne Schicht feinen Sandes, besonders in den Haaren. Intensive Hyperämie der Lungen.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

8. Obduktion 1955, am 29. VI. 1924. Gerichtliche Sektion. 35jähriger Mann. Unglücksfall? *Verbleib im Wasser wenige Stunden, außerhalb 4 Tage.* Fehlen irgendeines Zeichens von Maceration der Haut. Quetschwunden der behaarten Haut, Abschürfungen am Gesicht, in der Art von während des Lebens entstandenen Läsionen. Bruchlinie längs der Squama frontalis. Lungen: Feste und ausgedehnte Adhäsionen.

*Refraktometrisch: Das Blut der beiden Ventrikel zeigt keinen Unterschied.*

! Es wurde die *Kryoskopie* ausgeführt: links — 0°, 75; rechts — 0°, 69; d. h. entsprechend einer *größeren Dichte links*.

9. Obduktion 2023, am 12. XII. 1924. Den Studenten demonstriert. 32jähriger Mann, Selbstmord. *Verbleib im Wasser 6 Stunden, außerhalb 10 Tage.* Die Leiche ist gut erhalten. Einige Abschürfungen des Nasenrückens. Starke Hyperämie der Lungen.

*Refraktometrisch: Das Blut der beiden Ventrikel zeigt keinen Unterschied.*

10. Obduktion 2059, am 2. II. 1925. Den Studenten demonstriert. 45jähriger Mann, Selbstmord. *Verbleib im Wasser 12 Stunden, außerhalb 9 Tage.* Haut hell-

rosa. Hypostase des Kopfes. Intensive Starre. Leichte Maceration der Hände, stärkere der Füße. Keine Hyperämie der Lungen.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

11. Obduktion 2123, am 10. VII. 1925. 54jähriger Mann, Selbstmord? Unglücksfall? *Verbleib im Wasser 1 Tag, außerhalb 8 Tage.* Körper mit Erde und Gras bedeckt. Schwache Maceration der Hände, intensive der Füße. Einige Abschürfungen am Gesicht.

*Refraktometrisch: Das Blut des rechten Ventrikels ist dünner.*

12. Obduktion 2129, am 16. VII. 1925. Gerichtliche Sektion. 43jähriger Mann, Unglücksfall. War damit beschäftigt, in einem 1,80 m tiefen Behälter Kalk für einen Neubau herzurichten. Fällt hinein; Kalkwasser etwa 60 cm hoch. Wurde von seinen Genossen noch lebend herausgezogen, starb aber kurz darauf. *Verbleib in der ertrinkenden Flüssigkeit nicht feststellbar, jedenfalls aber wenige Minuten, außerhalb der Flüssigkeit 3 Tage.* Körper hier und da, besonders Haare, mit Kalk bedeckt. Besonders am Gesicht kleine Abschürfungen, größere am Brustkorb, die wie mit einer Kruste einer kalkähnlichen Substanz bedeckt sind. Lungen stark hyperämisch. In den Bronchien, bis in die kleinsten hinab, [Rötung der Schleimhaut, reichlicher Kalkbefund. Im Magen, sowie auch im ersten Abschnitt des Zwölffingerdarms kalkhaltiges Wasser. Kalk, der chemisch festgestellt wurde, schlägt sich am Boden des Behälters nieder, in den das Wasser gelangt.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

13. Obduktion 2190, am 4. XII. 1925. Den Studenten demonstriert. 58jähriger Mann. Unglücksfall? *Verbleib im Wasser 3—4 Stunden, außerhalb 6 Tage.* Spärliche Maceration der Finger und Zehen. Rote Färbung des Kopfes. Hyperämie der Lungen.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

14. Obduktion 2400, am 10. XII. 1926. Gerichtliche Sektion. 69jährige Frau, Totschlag? *Verbleib im Wasser ca. 1 Monat, außerhalb 1 Tag.* Leiche gut erhalten. Mit Schlamm fast am ganzen Körper bedeckt. Einige Wunden durch stumpfe Gewalt an der Kopfhaut. Spärliches Lungenemphysem. Sand in den feinsten Bronchien.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

15. Obduktion 2402, am 16. XII. 1926. Obduktion von Angehörigen verlangt. 47jähriger Mann, Unglücksfall? *Verbleib im Wasser ca. 15 Tage, außerhalb 3 Tage.* Körper reichlich mit Sand bedeckt. Darunter blaßrote Haut, intensiv rot am Gesicht. Keine Starre. Intensive Maceration der Hände. Einige Wunden der Kopfhaut. Lungenhyperämie. Reichlich wässrige Flüssigkeit im Magen.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

16. Obduktion 2445, am 26. III. 1927. Gerichtliche Sektion. 59jähriger Mann, Unglücksfall. *Verbleib im Wasser 3—4 Stunden, außerhalb 3 Tage.* Leiche gut erhalten. Intensive Leichenstarre. Gänsehaut. Etwas Sand, welcher den Körper bedeckt. Keine Maceration der Haut. Ziemliche Lungenhyperämie und reichlich Schaum in den Bronchien.

*Refraktometrisch: Das Blut des linken Ventrikels ist dünner.*

Es ergibt sich aus diesen Beobachtungen, daß in 13 Fällen von 16 bei der refraktometrischen Prüfung des Blutes Ertrunkener Ergebnisse vorhanden waren, die mit jenen bei künstlich ertränkten Hunden übereinstimmen.

Die von den experimentellen Ergebnissen abweichenden Fälle sind 3 an der Zahl. Im Falle 8, bei dem keine Differenz bei der refraktometrischen

Prüfung zu verzeichnen ist, fand sich bei der Kryoskopie ein entgegengesetztes Ergebnis, als beim Ertrunkenen zu erwarten wäre ( $\Delta = -0,69$  rechts und  $\Delta = -0,75$  links). Das könnte von der Tatsache abhängen, daß die Person im Wasser gestorben, aber nicht ertrunken ist, ohne daß ein hierfür klar beweisendes Merkmal zu finden war. Die Lungen, übrigens der Brustwand ziemlich adhären, zeigten keinen charakteristischen Befund. Die Abweichung konnte jedoch auch auf raschem Einsetzen der Leichenfäulnis beruhen, da die Sektion Ende Juni stattfand.

Solchen Leichenveränderungen könnte auch die Ausnahme im Falle 9 zugeschrieben werden, in welchem die Leiche 10 Tage außerhalb des Wassers verblieb. Und ebenso auch das abweichende Ergebnis im Falle 11, in welchem die Leiche erst nach 8 Tagen sezirt wurde, dazu im Juli.

Diese postmortalen Veränderungen des Blutes beider Ventrikel, die sich unabhängig von der Todesursache einstellen, sind bei der Deutung der Ergebnisse der refraktometrischen Methode von größerer Wichtigkeit als bei der kryoskopischen und bei der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit.

Die in 13 Fällen nachgewiesene stärkere Verdünnung des Blutes des linken Ventrikels berechtigt natürlich nicht zu der Verallgemeinerung, daß die stärkere Verdünnung immer ein Zeichen des Ertrinkens sei, da unter den positiven auch Fälle vorhanden sind, in denen die Leichen sehr kurze Zeit im Wasser verblieben (die Fälle 5, 7, 12, 13, 16), sowie solche mit einem Wasseraufenthalt von 1 Tag bis zu einem Monat (die Fälle 4, 14, 15); Fälle in denen die Sektion unter schlechten Bedingungen stattfand, und andere, in denen sie noch bei frischen Leichen gemacht wurde.

Bei Leichen von nicht Ertrunkenen soll sich nach *Strassmann* das Blut der beiden Ventrikel sehr unregelmäßig verhalten. Studien von *Reventorf* über die Kryoskopie hätten gezeigt, daß die Verdünnung im linken Ventrikel sich als Leichenphänomen einstellt. Variationen im selben Sinne fand *Schwarzacher*, der mit der Methode des elektrischen Widerstandes quantitative Studien gemacht hat, um den Geltungsbereich der Resultate für die Diagnose des Ertrinkens zu ermitteln.

Mit der von mir angewandten Methode konnte ich dagegen bei einigen Leichen von nicht Ertrunkenen das entgegengesetzte Phänomen beobachten, d. h. eine größere Verdünnung des Blutes des rechten Ventrikels im Vergleich zu dem des linken, und zwar auch bei nicht frischen Leichen.

Diese Unterschiede in den Ergebnissen bei Anwendung der refraktometrischen und der Leitfähigkeitsmethode können auf verschiedener Diffusionsgeschwindigkeit der Krystalloide im Vergleich zu den Kolloiden durch die Herzwand und im Herzmuskel selber beruhen. Über diese Frage führe ich zur Zeit vergleichende Versuche mit anderen Systemen

aus, die genügend geschwind sind, um die verschiedene Verdünnung des Blutes zu zeigen. Aus den ersten orientierenden Beobachtungen geht hervor, daß die bei der refraktometrischen Prüfung sich ergebenden Resultate nicht mit denen, die *Schwarzacher* bei der Prüfung des elektrischen Widerstandes erhalten hat, übereinstimmen.

Unter den obenerwähnten Fällen war im Falle 12, bei dem es sich um einen in Kalkwasser gefallenen Arbeiter handelte, die eingedrungene Flüssigkeit viel dichter als Süßwasser. Der Ertrinkungstod war auch durch die Lungenhyperaërie und durch das Eindringen von Kalk bis in die feinsten Zweige des Respirationssystems erwiesen, und die Leiche noch frisch. Hier ergab nun die refraktometrische Prüfung eine stärkere Verdünnung des Blutes des linken Ventrikels, obgleich die Ertränkungsflüssigkeit viel dichter als Süßwasser war. Dieses Ergebnis erklärt sich daraus, daß die Verdünnung des Blutes bezüglich der Kolloide nicht vollständig war und daher vom Kalkgehalt der Ertränkungsflüssigkeit verdeckt wurde.

Diese Tatsache allein würde der refraktometrischen Methode im Vergleich zu den anderen großen Wert verleihen. Wenn man noch die geringe Menge des benötigten Blutes und die Geschwindigkeit der Untersuchung berücksichtigt, ist es sicher für die gerichtsarztliche Praxis interessant, die Anwendungsgrenzen der refraktometrischen Methode in Gegenwart von Fäulniserscheinungen zu studieren.

---

#### Literaturverzeichnis.

*Fischer*, Die Anwendung der Spektroskopie usw. Zürich 1925. — *Revenstorf*, Münch. med. Wochenschr. 1902; Vierteljahrsschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 1903. — *Schwarzacher*, Dtsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 4. 1924. — *Szulislawska* und *Tobiczyk*, Dtsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. 9. 1927. — *Zanda*, Arch. di farmacol. speriment. e scienze aff. 16. 1913.

---