



Praktikumsanleitung zum Versuch „Regulation der Wasserausscheidung durch die Niere“

UNIVERSITÄT LEIPZIG
MEDIZINISCHE FAKULTÄT
CARL-LUDWIG-INSTITUT FÜR PHYSIOLOGIE

VERSION 2025

Stichwörter zur Vorbereitung auf das Praktikum: *Hypotone bzw. isotone Hyperhydratation, Wasserbilanz, Volumenregulation, Osmoregulation zentrale und periphere Osmorezeptoren, Osmolarität und Osmolalität, Renin-Angiotensin-Aldosteron-System, ADH-Freisetzung und -Wirkung, Clearance, Inulin, Kreatinin.*

Einleitung

Die Hauptfunktion der Niere besteht in der Kontrolle der Homöostase. Als wichtige Teilaufgaben gelten dabei die Regulation des Volumens und der Osmolalität der extrazellulären Flüssigkeit. Die Mechanismen der Volumenregulation sind gleichzeitig Bestandteil der Langzeitregulation des arteriellen Blutdruckes.

Wassertrinkversuch nach VOLHARD

Nach Aufnahme einer größeren Menge entsalzten Wassers (1 Liter) kommt es mit einer Latenz von ca. 30 Minuten für die folgenden 2 – 3 Stunden zu einer gesteigerten Diurese (Wasserdurese). Dieser Effekt kann durch eine nach dem Ansprechen von Osmo- und Volumenrezeptoren verminderte ADH-Ausschüttung erklärt werden. Trinkt man die gleiche Menge blutisotonische Kochsalzlösung, setzt die Steigerung der Ausscheidung langsamer ein und ist geringer.

Die Arbeitsgruppen zweier Tische tauschen jeweils untereinander die Messergebnisse aus. Jede Gruppe stellt einen Probanden. Vor Beginn der Flüssigkeitsaufnahme entleeren die Probanden ihre Harnblasen und es werden Dichte und Chloridgehalt des Urins bestimmt.

Ein Proband trinkt einen Liter vollentsalztes (VE-)Wasser, während der andere einen Liter isotonische Kochsalzlösung zu sich nimmt. Vom Zeitpunkt der Flüssigkeitsaufnahme beginnend wird jeweils im Abstand von 15 min die Blase entleert und Volumen, Dichte und Chloridionenkonzentration des ausgeschiedenen Urins bestimmt. Die Messungen sind bis 75 min nach der Flüssigkeitsaufnahme fortzusetzen.

Volumenbestimmung:

Die Volumenbestimmung erfolgt mit Messgefäßen entsprechenden Fassungsvermögens:

für Volumina > 50 ml im **Messbecher** (Sammelgefäß)

für Volumina < 50 ml im **Messzylinder**.

Dichtebestimmung:

Die Dichte wird durch „Spindeln“ mit einem Aräometer gemessen. Dazu werden in einem 50ml-Messzylinder 30 – 40 ml Flüssigkeit benötigt, da das Aräometer in der Flüssigkeit frei schweben muss. Sollte die Menge des Urins dafür nicht ausreichen, ist eine entsprechende Verdünnung mit VE-Wasser vorzunehmen (Mischungsverhältnis 1:1; 1:2; 1:3). Die Dichte der Flüssigkeit, in die das Aräometer getaucht ist, entspricht dem Wert, bei dem die Skala des Aräometers den unteren Flüssigkeitsmeniskus schneidet. Die abgelesene Dichte ist unter Berücksichtigung der Verdünnung zu korrigieren. Es kann

vorausgesetzt werden, dass sich die Dichte von Mischungen zwischen Urin und reinem Wasser linear mit der Verdünnung ändert.

$$\text{Mischungsverhältnis } 1:n \quad \rho_{\text{Urin}} = (n + 1) \cdot \rho_{\text{misch}} - n \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}}$$

Die Dichte des Wassers bei verschiedenen Temperaturen ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

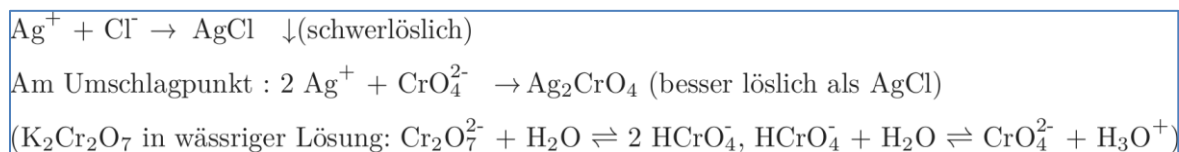
Temperatur [°C]	Dichte [g/cm ³]
0 (Eis)	0,918
4	1,000
16	0,999
21	0,998
25	0,997
29	0,996
32	0,995
35	0,994
38	0,993
95	0,958

Tabelle 1: Dichte des Wassers in Abhängigkeit von der Temperatur

Argentometrische Bestimmung der Chloridionenkonzentration

Eine kleine Menge der Urinprobe wird durch einen Papierfilter mit Aktivkohle filtriert. Für die weiteren Proben wird die Filtrationsanordnung wieder benutzt. Man beachte jedoch, dass bei der nachfolgenden Probe die vorangegangene vollständig aus dem Filter gelaufen ist. Die Filtration mit Aktivkohle dient dem Entfernen von Purinen, die die anschließende Chloridbestimmung verfälschen würden.

Fällungstitation: 10 Tropfen des Filtrats werden mittels einer Pasteurpipette in ein Reagenzglas gegeben und 1 Tropfen Kaliumdichromatlösung zugefügt. Unter Schütteln wird 2,9%ige Silbernitratlösung so lange zugetropft bis die Farbe des Niederschlags von weißlich-gelb nach rotbraun umschlägt.



Die Anzahl der Tropfen entspricht dem Chloridgehalt der Probe in g/l. Diese Werte werden in mmol/l umgerechnet (Molmasse des Chlorids: 35,5 g/mol). Die Stoffmenge an NaCl in mmol ergibt sich dann aus der Chloridkonzentration und dem ausgeschieden Urinvolumen zum jeweiligen Zeitpunkt.

Sinkt der Chloridgehalt unter 3 g/l wird zur Steigerung der Messgenauigkeit die vorgelegte Anzahl von Tropfen des Urin-Filtrats so lange in Zehnerschritten erhöht, bis die Anzahl der Tropfen der Silbernitratlösung bis zum Farbumschlag über 3 liegt oder die Anzahl der vorgelegten Tropfen Urin 30 ist.

Protokoll

Berechnen Sie die in jeder Probe enthaltene Chloridkonzentration und NaCl-Menge in mmol (Stoffmenge!) und tragen Sie die Werte in Tab. 3 und 4 ein. Die ausgeschiedenen Urinvolumina und die NaCl-Teilmengen werden über den Versuchszeitraum addiert und in Tab. 2 übernommen. Berechnen Sie für den NaCl-Probanden den ausgeschiedenen NaCl-Anteil in % der aufgenommenen NaCl-Menge (Tab.2). Anmerkung: Die Molmasse für Kochsalz beträgt 58,5 g/mol. Die Kochsalzmenge ergibt sich als Produkt aus Stoffmengenkonzentration und Volumen der Probe.

Für die vier ermittelten Größen (Volumen, Dichte, Chloridionenkonzentration und Osmolalität) sind Diagramme anzufertigen (Abb. 1), die die Werte der jeweiligen Probanden der VE-Wasser- und Kochsalzlösungs-Gruppe zum jeweiligen Zeitpunkt enthalten.

	VE-H ₂ O	NaCl
Aufgenommene Flüssigkeitsmenge in l	1	1
Ausgeschiedene Flüssigkeitsmenge in l	Summe aus Tab. 3	Summe aus Tab. 4
In % der aufgenommenen Flüssigkeitsmenge	Berechnen	Berechnen
Aufgenommene NaCl-Menge in mmol	—	Berechnen
Ausgeschiedene NaCl-Menge in mmol	Summe aus Tab. 3	Summe aus Tab. 4
In % der aufgenommenen NaCl-Menge	—	Berechnen

Tabelle 2: Kochsalzmengen der Versuchsperson

Ausgangswerte VE-H ₂ O	
Dichte	g/cm ³
Cl ⁻	mmol/l

VE-H ₂ O					
t [min]	V [ml]	ρ [g/cm ³]	Chlorid-Bestimmung: Tropfenanzahl Silbernitratlösung/ Tropfenanzahl Urinfiltrat	Cl ⁻ [mmol/l]	NaCl [mmol]
15					
30					
45					
60					
75					
Summe		—	—	—	

Tabelle 3: Daten der Versuchsperson der VE-Wasser-Gruppe

Ausgangswerte NaCl	
Dichte	g/cm ³
Cl ⁻	mmol/l

NaCl					
t [min]	V [ml]	ρ [g/cm ³]	Chlorid-Bestimmung: Tropfenanzahl Silbernitratlösung/ Tropfenanzahl Urinfiltrat	Cl ⁻ [mmol/l]	NaCl [mmol]
15					
30					
45					
60					
75					
Summe		—	—	—	

Tabelle 4: Daten der Versuchsperson der isotonischen Kochsalzlösungs-Gruppe

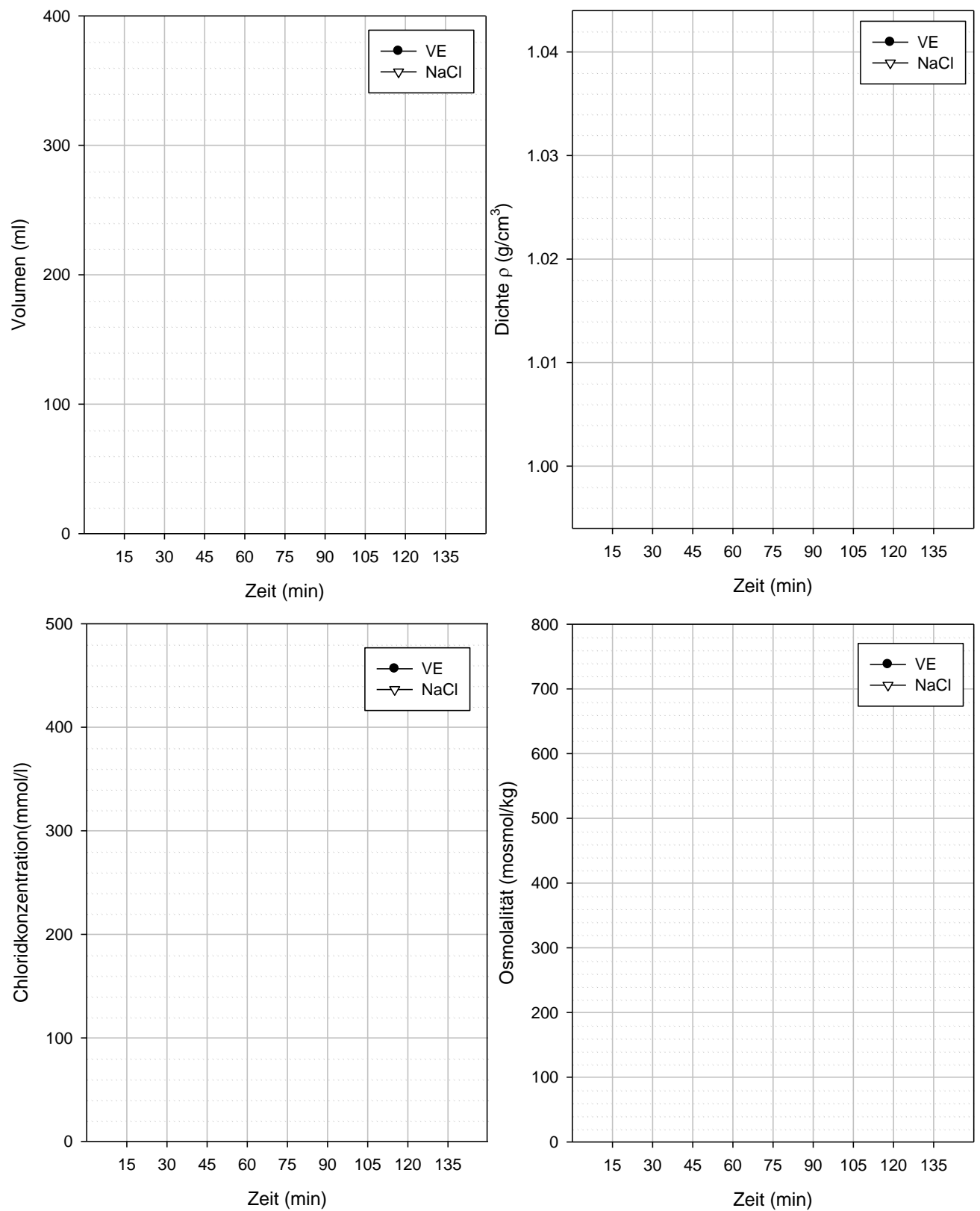


Abbildung 1 Graphische Darstellung der ermittelten Parameter beider Gruppen.

Beschreiben sie kurz die angefertigten Graphen (Abb. 1) hinsichtlich Gemeinsamkeiten und Unterschieden zwischen den Versuchsgruppen:

Begründen Sie den unterschiedlichen Verlauf der zu bewertenden Parameter hinsichtlich:

- hypo- und isotoner Hyperhydratation
- Volumensensoren und Osmorezeptoren (Lage, Funktionsweise)
- beteiligten Hormonen (z.B. ADH, ANP, RAAS, Gauer-Henry-Reflex)
- der physiologischen Regulationswege, welche in beiden Gruppen aktiv oder nicht aktiv sind