

# **Faktoren der Präanalytik der Kalium - Bestimmung**

Versuch einer Bewertung

## **Bedeutung der Kaliumbestimmung**

- **Ca. 6% aller klinisch-chemischen Untersuchungen in unserem Labor**
- **Erhöhte Werte z.B. bei Niereninsuffizienz, bei Werten über  $> 7,5$  mmol/l fast immer EKG Veränderungen**
- **Erniedrigte Werte bei z.B. bei Diuretica-gabe, Nierenversagen in der Kalium verlierenden Phase, Lebensgefahr bei  $K < 2,5$  mmol/l**
- **niedrig normale Werte z.B. bei sek. Hypertonie auf Grund eines Hyperaldosteronismus**

## Einflußgrößen

- Zeit und Temperatur bis zur Trennung vom Blutkuchen (serum-clot contact time)
- Hämolyse
- „Faust-machen“ und Pumpen
- Langes Stauen
- „Rezentrifugation“ von Gelröhrchen
- Lagerung und Transport (stehend oder liegend)
- Weiteres: Abnahmereihenfolge, Verwendung von Spritzen, abruptes Bremsen und Beschleunigen.....(angebl. 59 Variablen die auf die Kaliumbestimmung Einfluß nimmt)

## Problem

Absurd hohe Werte bei  
ansonsten unauffälligen  
Seren: z.B.: **15,70 mmol/l**



**Vollblut-Lagerung: Zeit und Temperatur bis zur  
Trennung vom Blutkuchen (serum-clot contact time)**

## Verhältnis der Konzentrationen in Erythrozyten/Serum:

**Kalium: 35 / 1**

(Erythrozyten enthalten 35 x die Menge Kalium im Vergleich zu Serum)

## Zwei Mechanismen, die zu Veränderung der Kaliumkonzentration im Serum vor der Zentrifugation führen

### Glykolyse führt zum Einstrom von Kalium in die Zelle:

- Je höher die Temperatur (z.B. 30°) desto stärker der Effekt
- Erschöpfung bei Verbrauch der Glucose

### Passive Diffusion von Kalium aus Erythrozyten

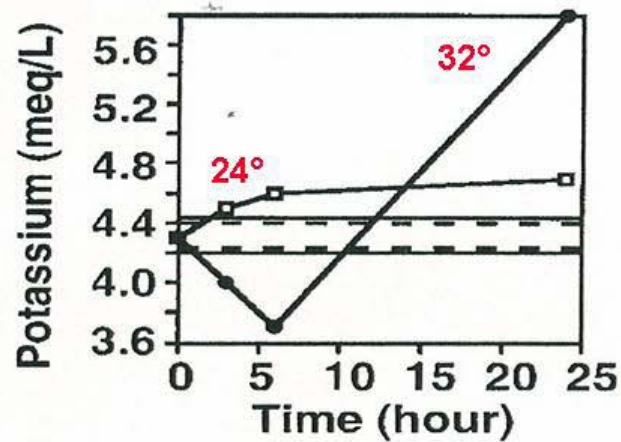
**Nettoeffekt aus beiden Mechanismen bestimmen Verlauf (temperaturabhängig !) der Kaliumkonzentrationsveränderungen.**

## **Faktoren bei der Lagerung von Vollblut**

- **Zeitintervall bis zur Trennung vom Blutkuchen**
- **Temperatur der Lagerung von Vollblut**



## Lagerung (32° und 24°)



Quelle:

Clin Chem. 1998;44:1325-1333

Fig. 1. Effect of serum-clot contact time on test results for selected analytes.

(●) indicates incubation at 32 °C; (□) indicates incubation at 24 °C; ([- -]); indicates acceptable limits based on analytical variation; ([—]) indicates acceptable limits based on combined analytical imprecision and clinical variation.

## Kaliumwerte bei 3 Temperaturen

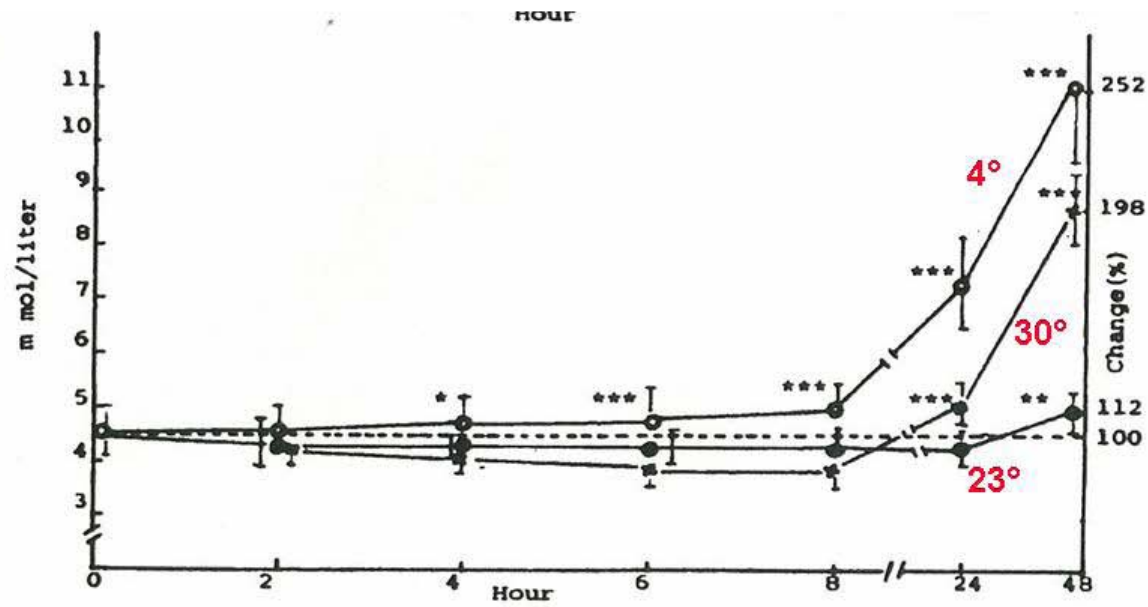


Fig. 4. Time and temperature dependency of Na (*top*) and K (*bottom*) concentrations on storage of whole blood without anticoagulant

Quelle: Clin. Chem, 27/1,35-38 (1981)

## **Eigene Versuche, 4 Stunden Lagerung**

### **Gleichzeitige Abnahme von 2 Rörchen eines gesunden Probanden:**

- 1. Probe nach sofortiger Zentrifugation und Messung (7Uhr30):

**Kalium: 4,98**

- 2. Transport bei Umgebungstemperatur (Sommer) während der „Hausabnahmen“, anschließend (11Uhr30) Zentrifugation und Messung:

**Kalium: 4,67**

Differenz: - 0,31 mmol/l

## Auswirkung der Lagerung von Vollblut für mehrere Tage auf Kaliumwerte (serum-clot contact time)

- Sofort: 3,80 mmol/l
- 24h K: 7,94                      24h U: 4,48
- 48h K: 11,30                      48h U: 6,07
- 72h K: 12,34                      72h U: 12,49
- 144 K: 14,96                      144h U: 36

K: Kühlschranktemperatur, U: Umgebungstemperatur

Gleichzeitig entnommene Vollblutenproben eines Probanden wurde jeweils 1,2,3 und 6 Tage vor der Zentrifugation gelagert.

## Vollblutversuch aller Parameter

Die Vollblutproben wurden unzentrifugiert im Kühlschrank oder bei Raumtemperatur (RT) 24 h, 48 h 72 h und 6 Tage gelagert.

	Sofort gemessen	Nach 7 Tagen zentrifugiert im Kühl gelagert	Nach 24 h		Nach 48 h		Nach 72 h		Nach 6 Tagen	
			Kühlschrank	Raumtemp.	Kühlschrank	Raumtemp.	Kühlschrank	Raumtemp.	Kühlschrank	Raumtemp.
GOT	23,6	23,9	22,4	23,8	23,4	23,2	24,1	24,5	26,4	26,3
GPT	30	25	30	33	26	30	27	33	26	28
GGT	15,7	15,9	14,7	17,6	15	17,1	15,1	18,3	15,1	15,8
KREA	0,86	0,84	0,85	0,93	0,81	0,97	0,85	1,07	0,83	1,02
HAST	22,4	21,2	21,8	23,2	22,2	24,0	22,6	26,7	22,4	28,8
HS	4,48	4,5	4,54	4,21	4,47	4,12	4,49	3,64	4,51	3,61
CHOL	238	238	236	246	234	243	236	257	240	235
TRIGL	169	169	163	169	159	167	177	171	176	157
FE	69,8	61,2	72,4	79,5	72,0	81,5	70,6	102,6	72,5	109,8
AP	61	62	58	61	57	58	55	63	63	68
CA	2,47	2,47	2,44	2,46	2,42	2,26	2,42	1,85	2,44	1,14
AMY	99	98	98	101	98	99	99	103	98	90
BIL-T	0,33	0,26	0,30	0,27	0,30	0,23	0,31	0,24	0,30	0,09
TP	7,31	7,33	7,22	7,42	7,39	7,51	7,25	7,67	7,52	6,91
HBDH	113	99	114	131	122	133	122	168	147	252
LDH	174	158	186	194	195	189	198	247	235	423
CK	67	65	66	67	67	66	67	67	70	64
MG	0,81	0,82	0,88	0,93	0,86	1,02	0,92	1,07	0,90	1,02
PHOS	3,06	3,19	3,22	7,29	3,25	10,26	3,31	19,66	3,49	22,99
CHE	6625	7022	6870	7082	6826	6792	7060	7212	7106	6194
CRP	1,00	1,10	1,00	1,14	1,41	1,14	1,05	1,05	1,14	1,05

## Vollblutversuch aller Parameter

Die Vollblutproben wurden unzentrifugiert im Kühlschrank oder bei Raumtemperatur (RT) 24 h, 48 h 72 h und 6 Tage gelagert.

	Sofort gemessen	Nach 7 Tagen zentrifugiert im Kühl gelagert	Nach 24 h		Nach 48 h		Nach 72 h		Nach 6 Tagen	
			Kühlschrank	Raumtemp.	Kühlschrank	Raumtemp.	Kühlschrank	Raumtemp.	Kühlschrank	Raumtemp.
ASL	68	70	67	68	68	68	68	72	69	64
RF	9,2	6,1	9,2	9,5	9,6	10,2	10,2	11,0	10,2	11,2
CK-MB	9	9	6	11	7	10	8	12	10	19
TRF	355	355	358	367	355	359	350	368	363	332
BILTB	1,46	0,04	1,66	1,49						
BILDB	1,03		0,91	0,91						
BIL-D	0,05		0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,03
LIP	17	17	16	19	14	19	16	21	19	19
LDL	155	155	155	155	157	146	158	150	162	131
HDL	64	60	61	67	60	68	59	73	59	67
NA	136,9	139,4	135,2	138,4	130,4	135,6	131,5	137,3	128,1	110,8
<b>K</b>	<b>3,80</b>	<b>3,99</b>	<b>7,94</b>	<b>4,48</b>	<b>11,30</b>	<b>6,07</b>	<b>12,34</b>	<b>12,49</b>	<b>14,96</b>	<b>36,00</b>
CL	105,0	106,3	105,1	102,3	102,0	97,0	104,7	96,8	103,5	97,5
<b>GLUC</b>	<b>90</b>	<b>89</b>	<b>72</b>	<b>52</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>0</b>

## **Beste Praxis**

- Serumröhrchen 20 bis 30 min aufrecht stehen lassen, anschließend zentrifugieren (Gelröhrchen)
- Lt. Vorgaben: Zentrifugation spätestens innerhalb 2 – 3 Stunden, aber bis 4 - 6 Stunden erscheint (in Ausnahmefällen) akzeptabel

# Hämolyse



## **Hämolyse und Kalium**

**Kalium: 35 / 1**

**ABER:**

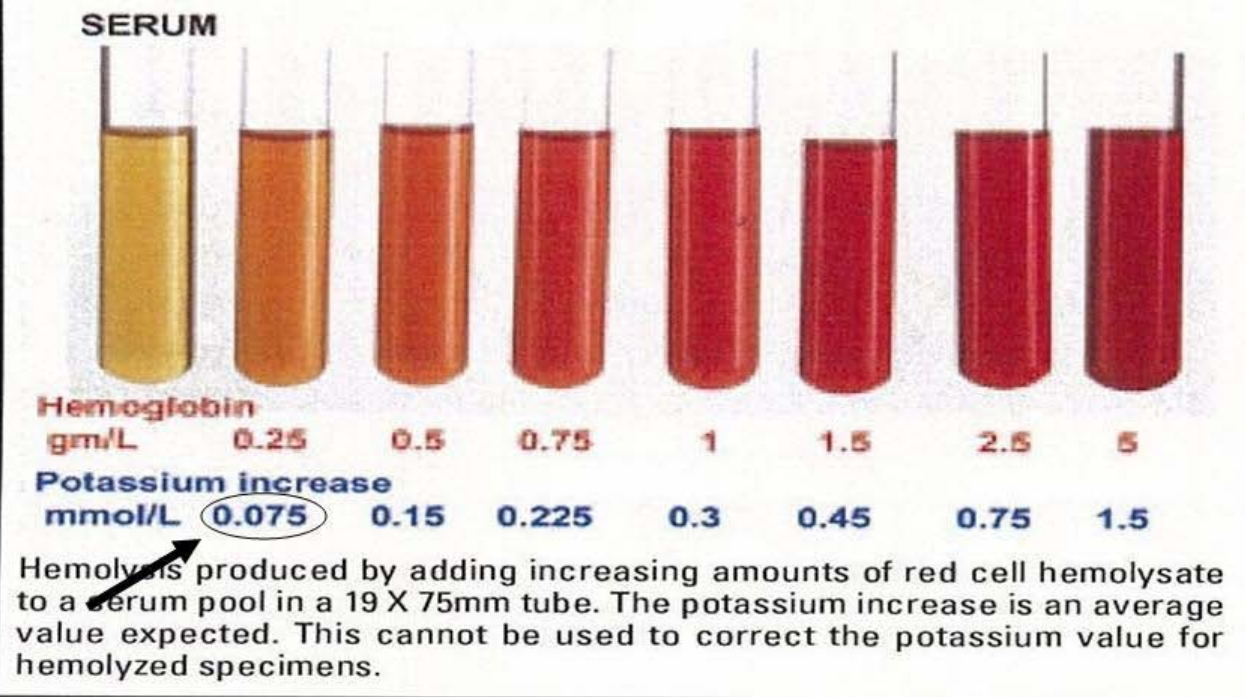
**LDH: 360 / 1**

**Got: 15/1**

**(Abschätzen der Hämolyse über LDH-Bestimmung)**

## Hämolyse und Kaliumanstieg

Figure 1. Hemolysis and its effect on potassium.

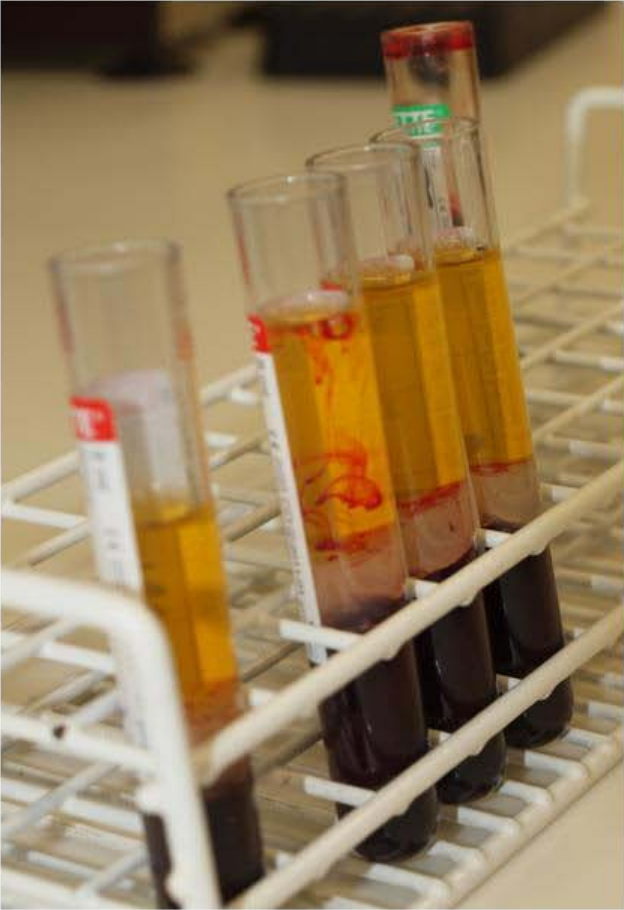


## Eigene Versuche





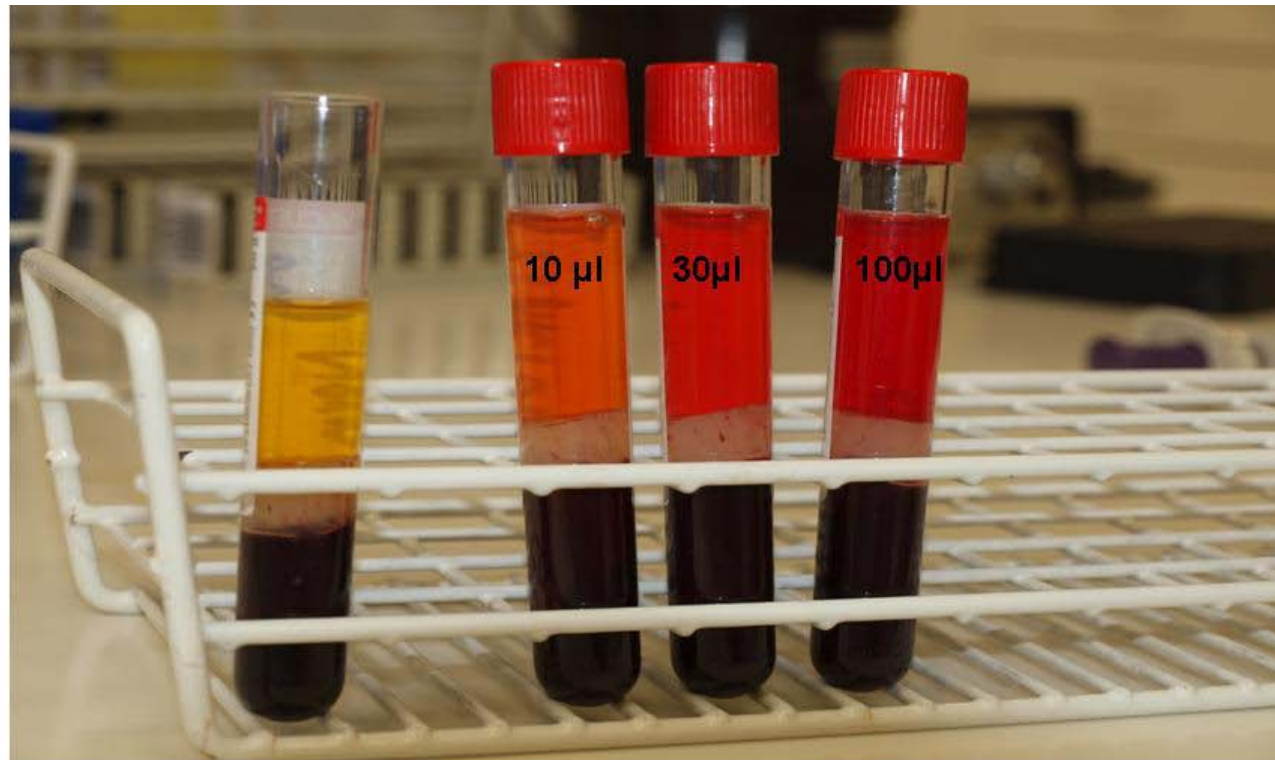










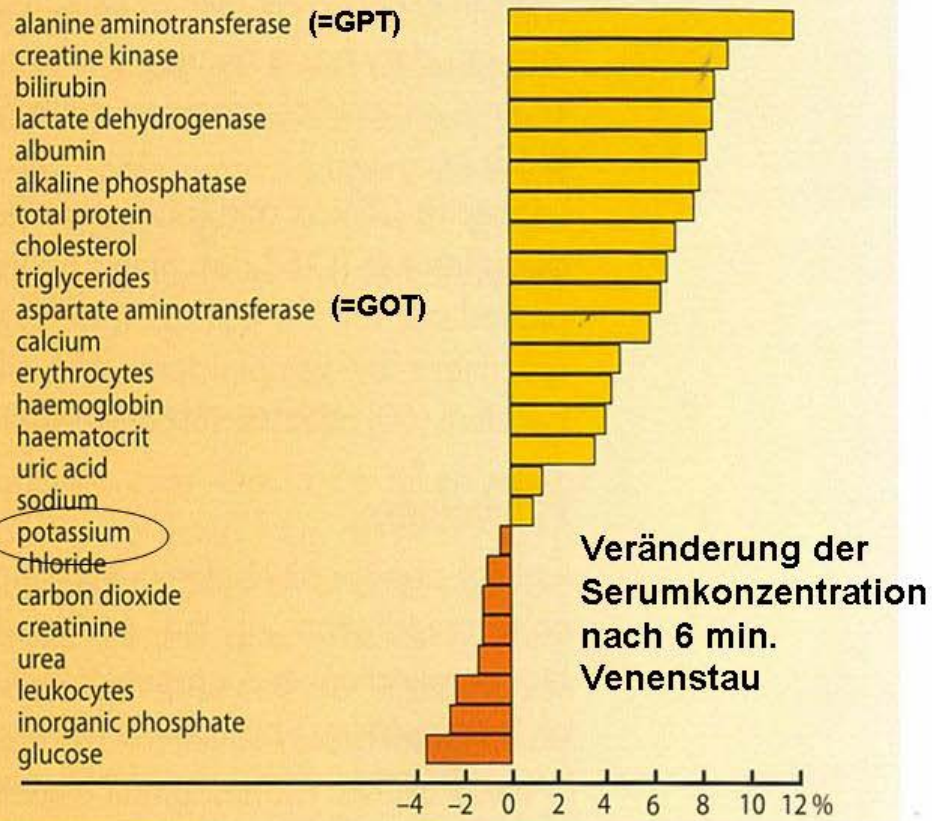


Kalium:	4,10	4,22	4,33	4,95
LDH:	197	253	310	671

## **Bewertung: Kalium und Hämolyse**

- Bereits „geringfügige“ Hämolyse deutlich sichtbar
- Erst stärkere Hämolyse führt zu problematischen Verfälschungen

# ***Langes Stauen***





## Venenstau (10 min)

Kalium aus nicht gestautem Arm:

4,28 mmol/l

Kalium aus gestauten Arm:

4,15 mmol/l

## Eigener Versuch

### Stauungsversuch für alle Parameter AU 640

	Normalabnahme	Nach 10 min Stauung
GOT	27,8	28,7
GPT	20	21
GGT	35,5	37,5
KREA	1,19	1,18
HST	38,3	38,9
HS	8,14	8,05
CHOL	189	198
TRIGL	250	263
FE	109,6	114,5
AP	63	65
CA	2,44	2,46
AMY	71	75
BIL-T	0,90	0,88
TP	6,56	6,86
HBDH	135	141
LDH	210	223
CK	287	305
MG	0,86	0,87
PHOS	3,17	3,14
CHE	10390	10878
CRP	3,16	3,01
ASL	24	25
RF	5,2	5,0
CK-MB	12	12
TRF	293	309
BILITB	3,69	3,72
BILDB	2,07	2,13
BIL-D	0,13	0,13
LIP	33	34
LDL	125	130
HDL	48	51
NA	140,1	139,1
K	3,83	3,80
CL	106,8	107,1
GLUC	101	111

Hat „normales“  
Stauen  
tatsächlich einen  
starken Einfluss ?

Gesunder Proband: Werte ohne,  
bzw. nach 10min Stauung

**„Faust-machen“ und „Pumpen“**

## Wirkung von „Pumpen“ auf Kalium-Werte

1292

THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE

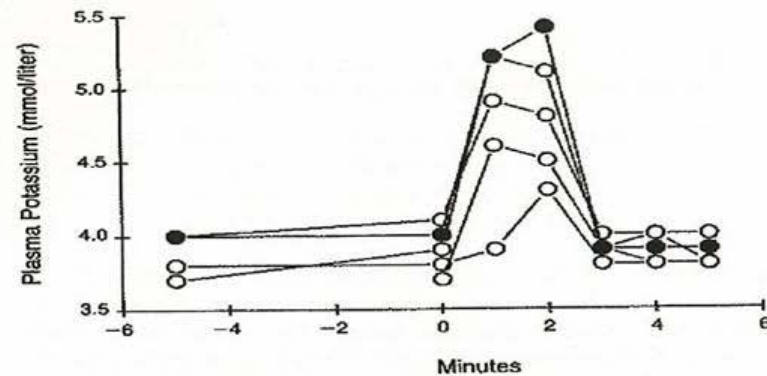


Figure 2. Effect of Handgrip Exercise on Plasma Potassium Concentrations.

Solid circles represent the patient, and open circles the control subjects. Handgrip exercise, which was maintained between minutes 0 and +2, increased plasma potassium levels in both the patient and the control subjects.



## **Eigene Versuche, Kaliumwerte**

- entspannter Armhaltung: 3,72 mmol/l
- „Pumpen“ bzw. „Faust machen“: 4,18 mmol/l

**Differenz: + 0,46 mmol/l**

# Rezentrifugation

## Rezentrifugation

- Effekt: Nachträgliche Vermischung von Flüssigkeit unterhalb der Gelbarriere mit dem Serum oberhalb der Barriere. Kaliumwerte können ansteigen:

- Beispiel Kaliumwerte (Kühlschranktemp.) :

	24 Std.	48 Std.
Vor Rezentrifugation:	4,29	4,27
Nach Rezentrifugation:	4,48	5,41

Alle anderen Werte im wesentlichen unverändert.

## Lagerung und Transport (stehend oder liegend)

- Röhren sollten, wenn immer möglich, aufrecht gelagert werden

Sonst Gefahr, dass Gel-barriere durchlässig wird, z.B.  
Probeneinwurf ?!

## **Weiteres:**

- **Thrombozyten: 1 Million Thrombos, Erhöhung um  
0,7 mmol/l**
- **Lt. Thomas: pro 100 000 Thrombos Erhöhung um  
0,15 mmol/l**

Kalium wird immer bei der Bildung des Blutkuchens aus Thrombozyten freigesetzt, daher im Plasma niedrigere Werte als im Serum

## **Weiteres:**

- Bei Leukozytenwerten über 50 000 evt. relevante Freisetzung von Kalium (zeitabhängig)
- Nadeldurchmesser: 19 -22- Gauge ( bei uns grün: 21 Gauge, gelb: 20 Gauge)
- Spritzen: Gefahr der Hämolyse
- Familiäre Pseudohyperkaliämie: sehr selten (schnelle Freisetzung von Kalium aus Erythrozyten)

## Zusammenfassung

- Rasches Zentrifugieren (1/2 Stunde bis 2 Stunden nach Blutabnahme)
- Evt. Hämolyse beachten
- Kein „Pumpen“ oder „Faust machen“
- Kein Rezentrifugieren von Gelröhrchen
- Aufrechte Lagerung der Röhrchen

Wenn diese Punkte beachtet werden sind Kaliumwerte  
zuverlässlich !