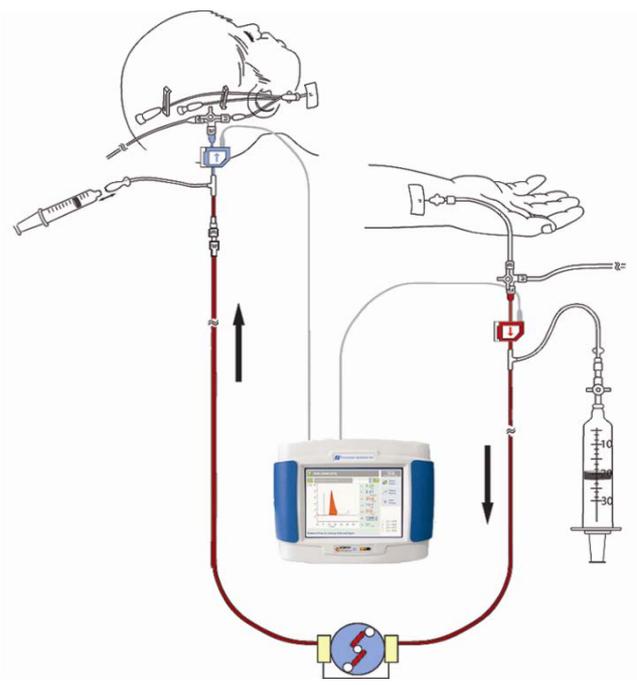


Оценка центральной гемодинамики методом разведения физических свойств крови

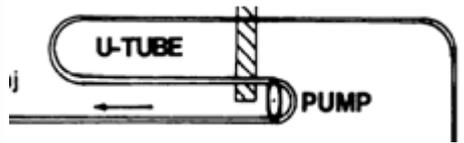
Кислухин В. В. ¹Кислухина Е. В.

**¹НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, Москва
viktorK08@gmail.com**

Цель сообщения: представить метод разведения физических свойств крови, позволяющий определять характеристики легочной ткани: проницаемость для малых молекул и объем легочной воды



Растворы:
NaCl,
Na₂HCO₃
Глюкоза
Маннитол



Маятник



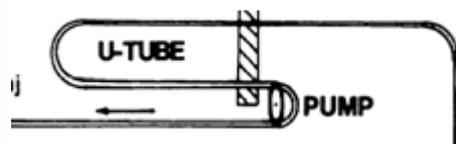
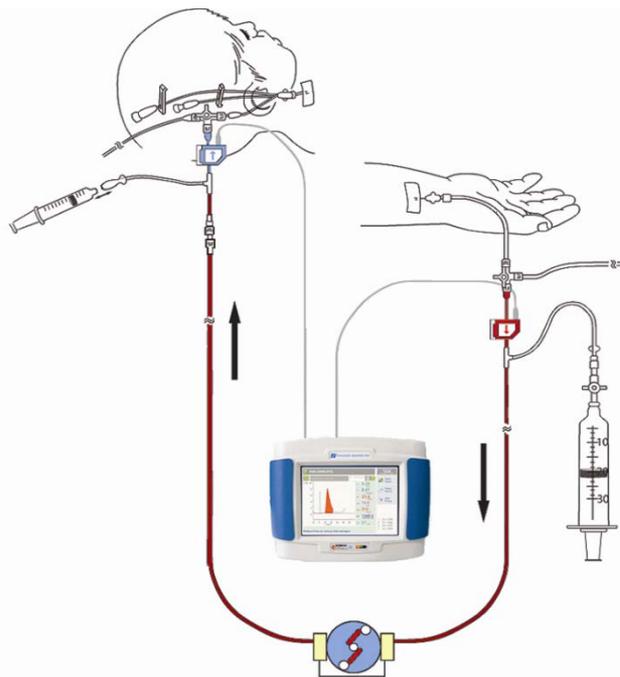
Оксиметр



РПГ-202



УЗ флуометр



Маятник

Растворы:
 NaCl ,
 Na_2HCO_3
 Глюкоза
 Маннитол



Оксиметр



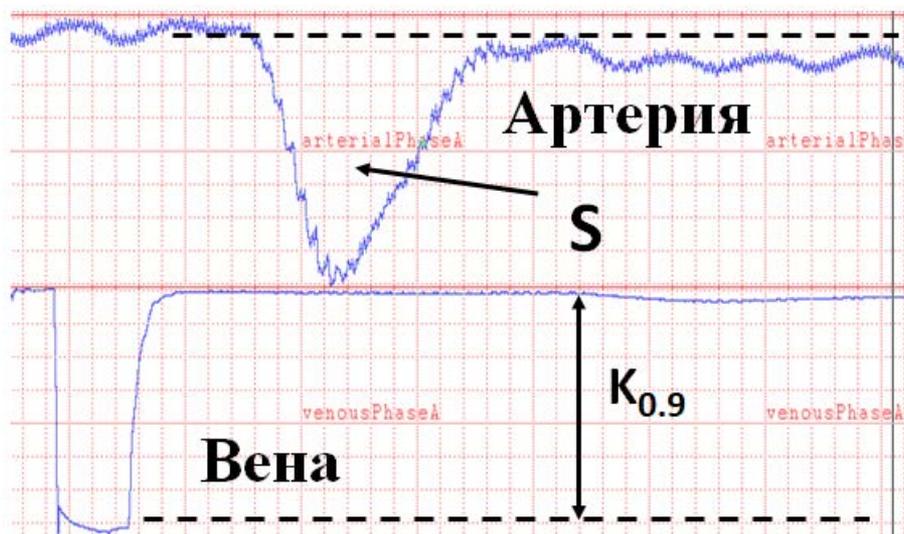
РПГ-202

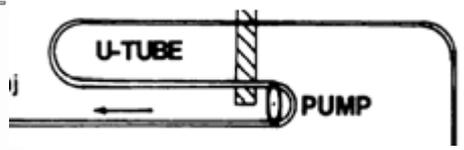
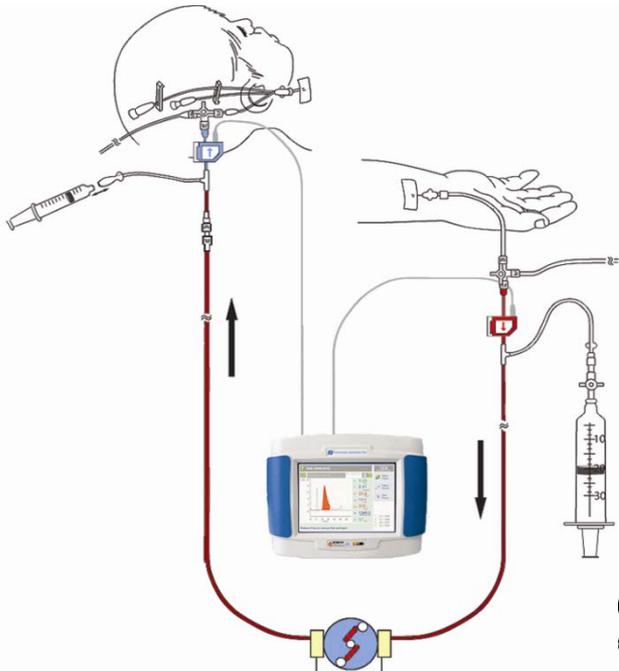


УЗ флуометр

Объемы введения:
 Для СВ 0.3 – 0.5 мл/кг
 Для ОК 0.5 – 1.5 мл/кг

$$СВ = \frac{K_{0.9} * V_i}{S}$$





Маятник

Растворы
 NaCl ,
 Na_2HCO_3
 Глюкозы
 Маннитол



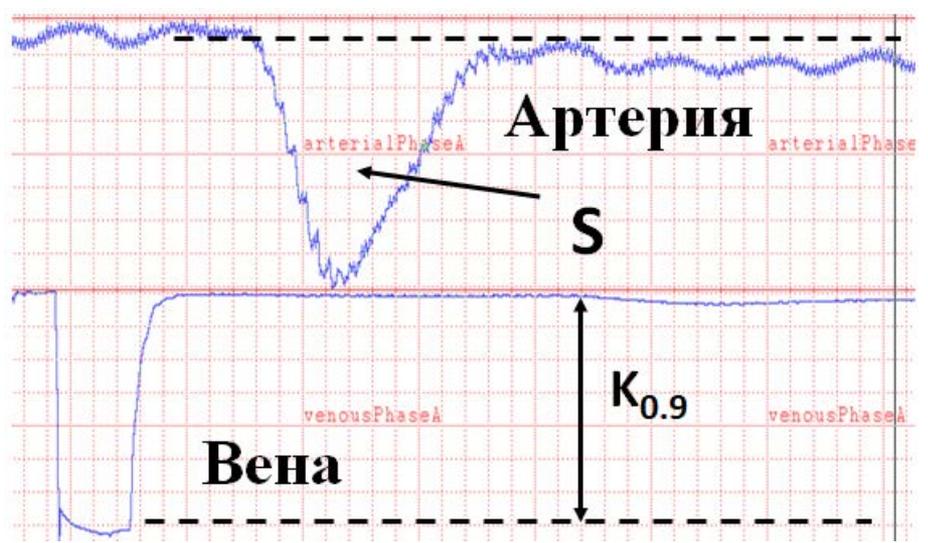
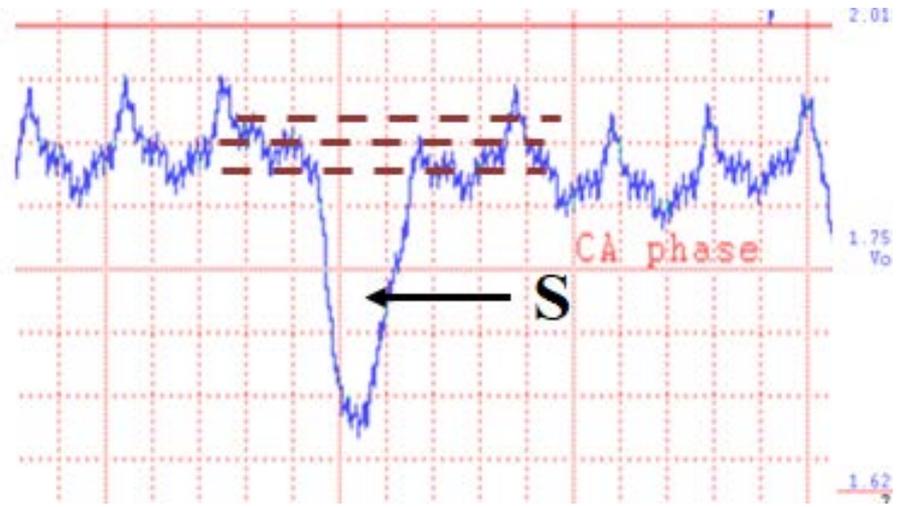
РПГ-202

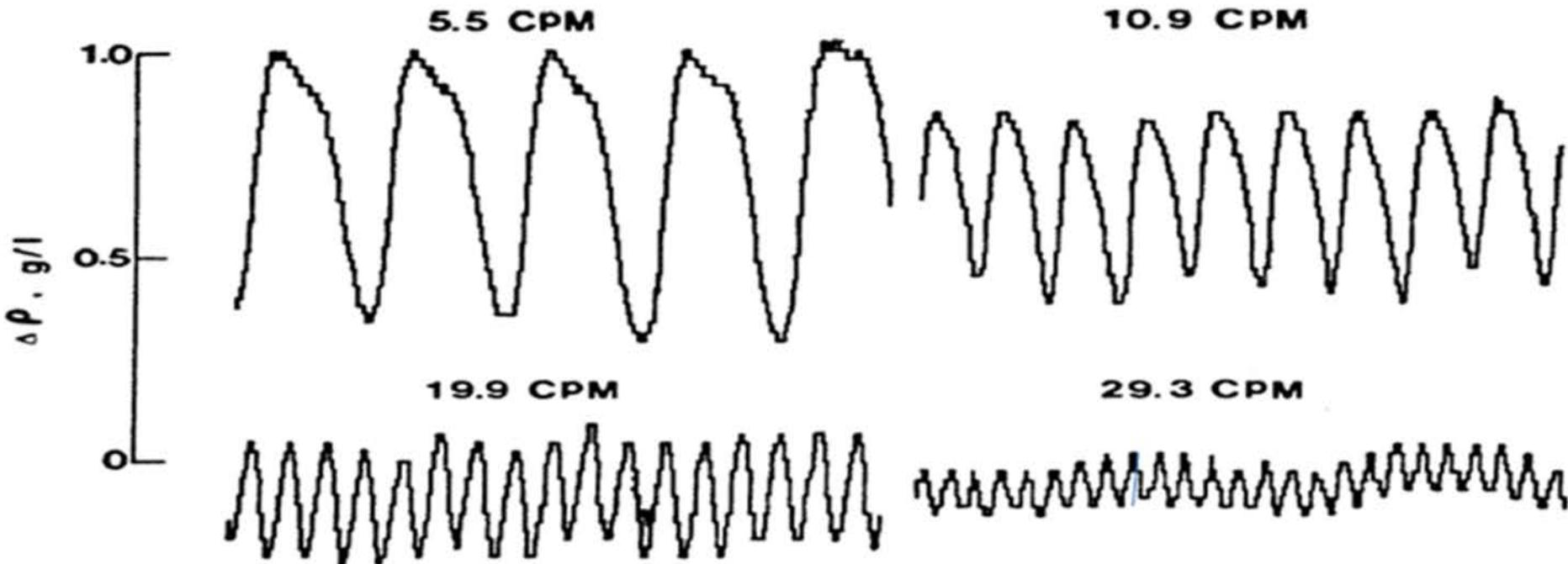


Ультразвуковой флуометр

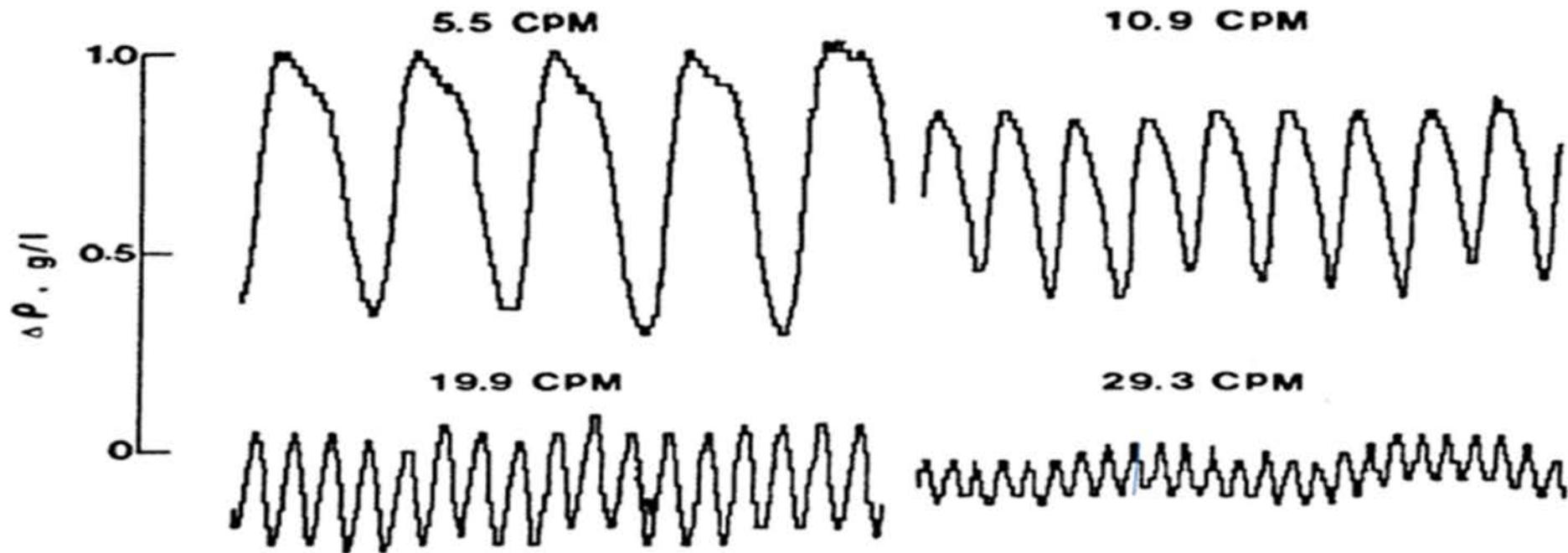


Оксиметр

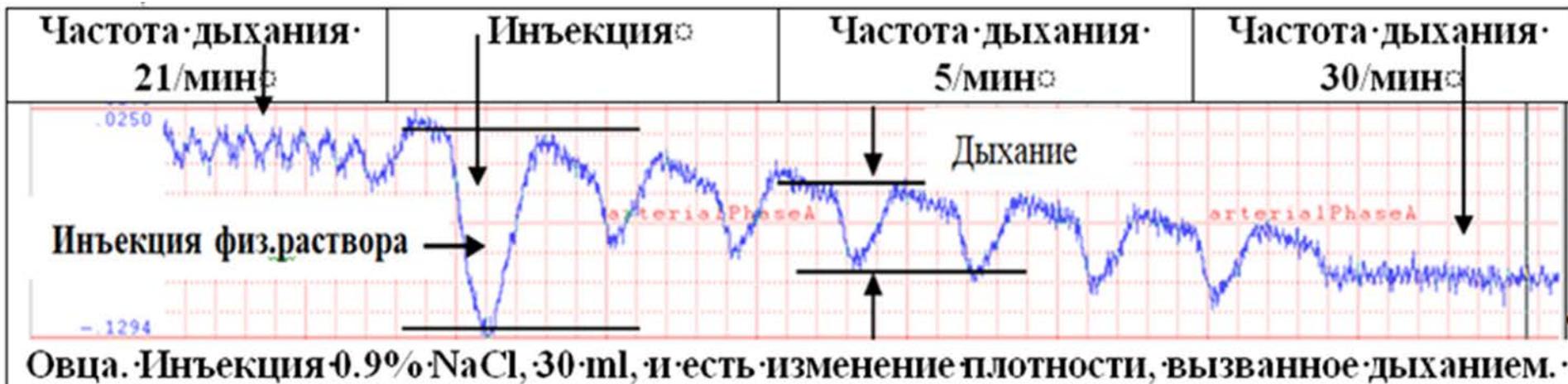


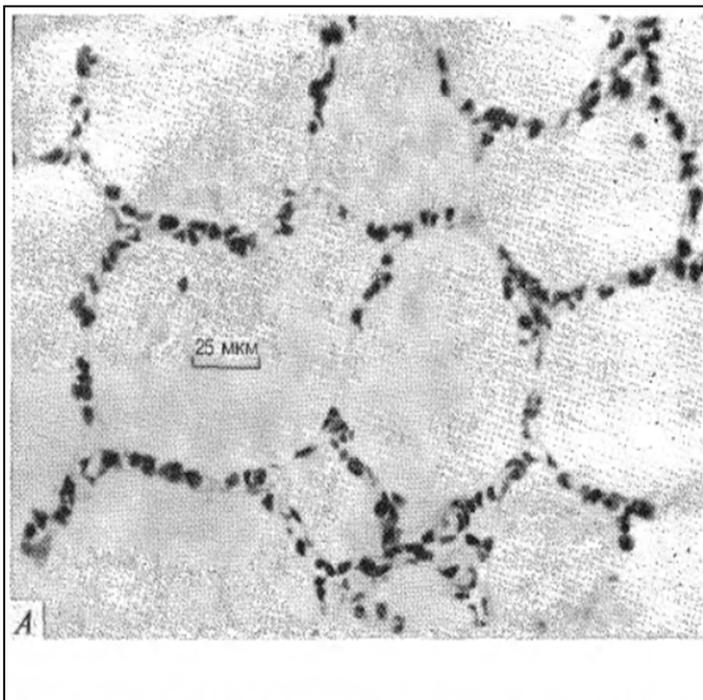


LEE, JEN-SHIH, AND LIAN-PIN LEE. Ventilatory changes of pulmonary capillary blood assessed by arterial density. *J. Appl. Physiol.* 61(S): 1724-1731, 1986



LEE, JEN-SHIH, AND LIAN-PIN LEE. Ventilatory changes of pulmonary capillary blood assessed by arterial density. *J. Appl. Physiol.* 61(S): 1724-1731, 1986

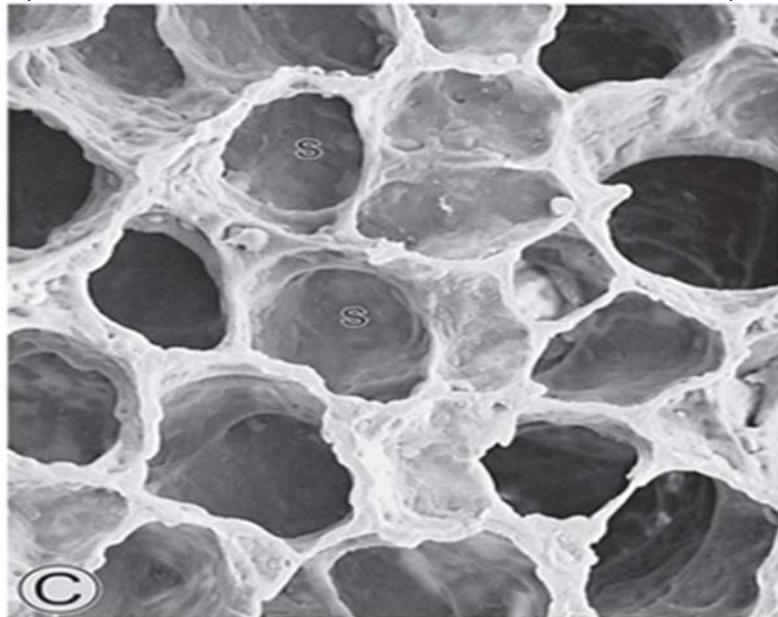
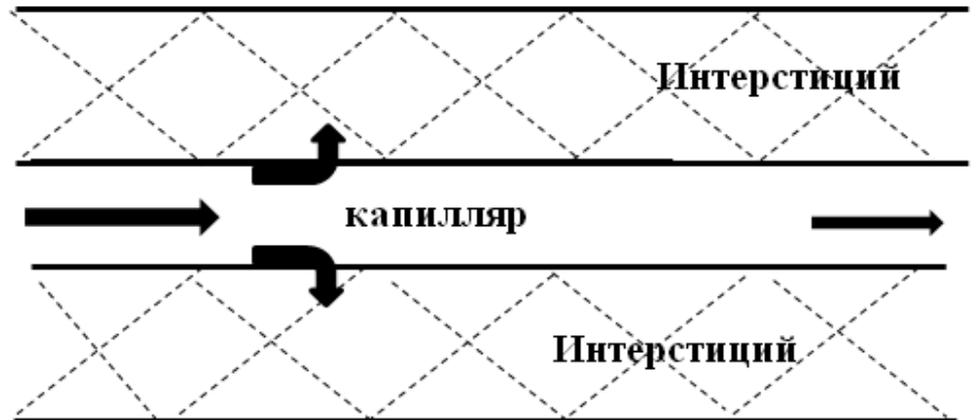




Внутренность альвеолы - ВОЗДУХ



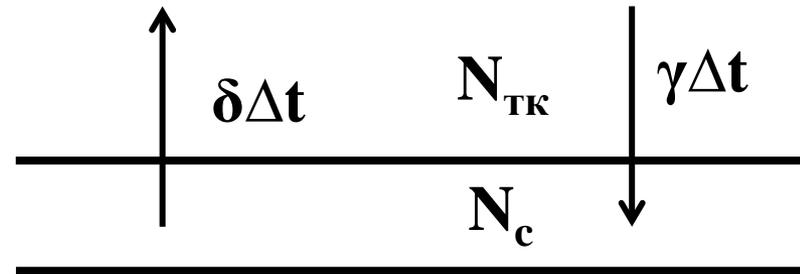
Внутренность альвеолы - ВОЗДУХ



Диффузия

$$V_{\text{TK}} = \frac{K\delta}{\gamma + \delta}$$

$$V_c = \frac{K\gamma}{\gamma + \delta}$$



$$\text{Поток} = N_c\delta\Delta t - N_{\text{TK}}\gamma\Delta t = \langle n_c \rangle \gamma\delta / (\delta + \gamma) \cdot \Delta t - \langle n_{\text{TK}} \rangle \gamma\delta / (\delta + \gamma) \cdot \Delta t$$

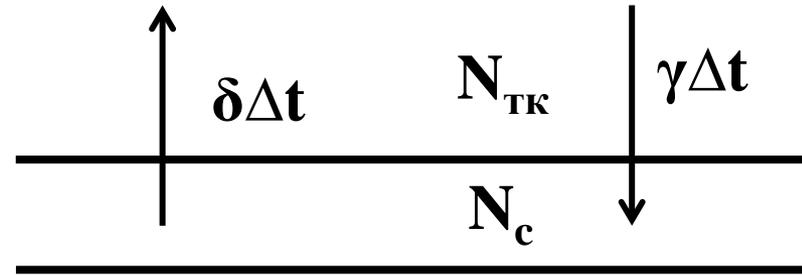
$$\text{Поток} = D(\text{диф}) \cdot \Delta t (\langle n_c \rangle - \langle n_{\text{TK}} \rangle) = \frac{\delta\gamma}{\delta + \gamma}$$

Диффузия



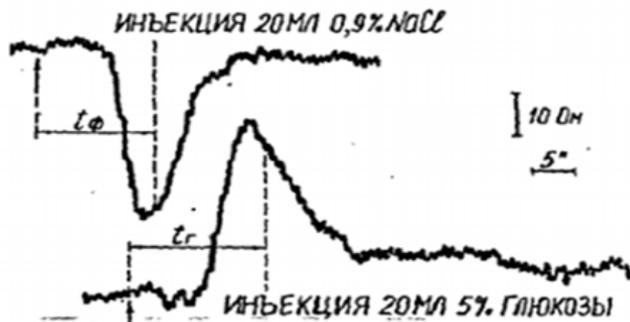
$$V_{TK} = \frac{K\delta}{\gamma + \delta}$$

$$V_c = \frac{K\gamma}{\gamma + \delta}$$



$$\text{Поток} = N_c \delta \Delta t - N_{TK} \gamma \Delta t = \langle n_c \rangle \gamma \delta / (\delta + \gamma) \cdot \Delta t - \langle n_{TK} \rangle \gamma \delta / (\delta + \gamma) \cdot \Delta t$$

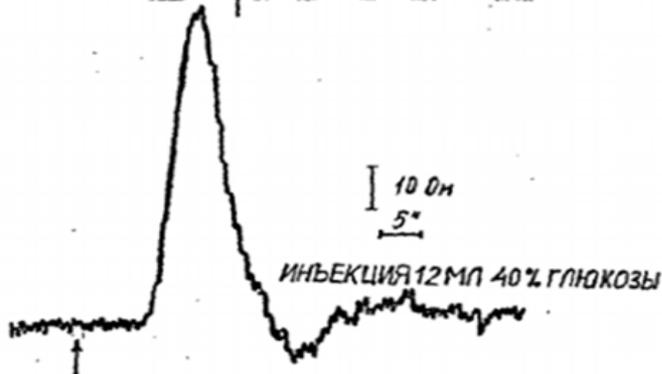
$$\text{Поток} = D(\text{диф}) \cdot \Delta t (\langle n_c \rangle - \langle n_{TK} \rangle) = \frac{\delta \gamma}{\delta + \gamma}$$



$$\frac{M_D - M_v}{M_v} = \frac{\delta}{\gamma} \quad \frac{D_d - D_v \left(1 + \frac{\delta}{\gamma}\right)^2}{M_v} = \frac{1}{\gamma}$$

Tugarinov SA, Eremenko AA . The volume of extravascular lung fluid. *Anes Rean.* 1990 Jan-Feb;(1):15-9. Review.

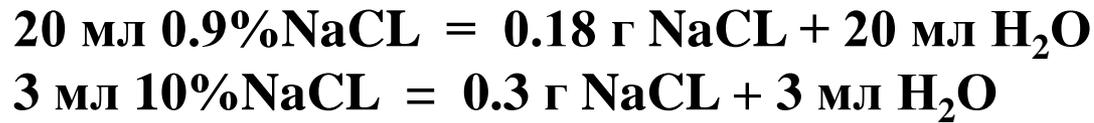
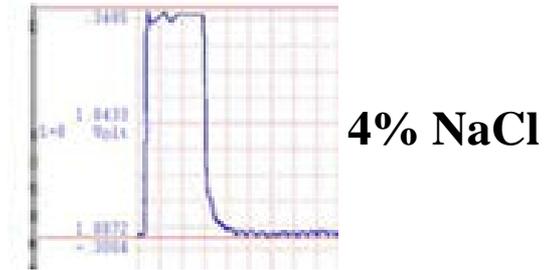
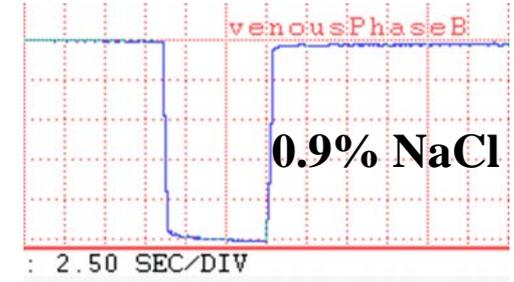
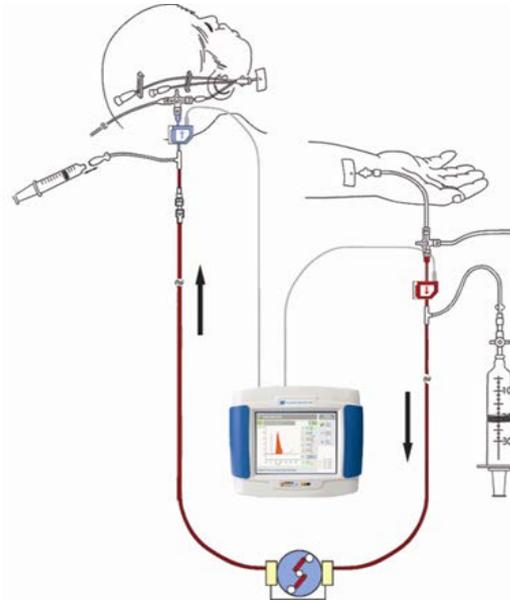
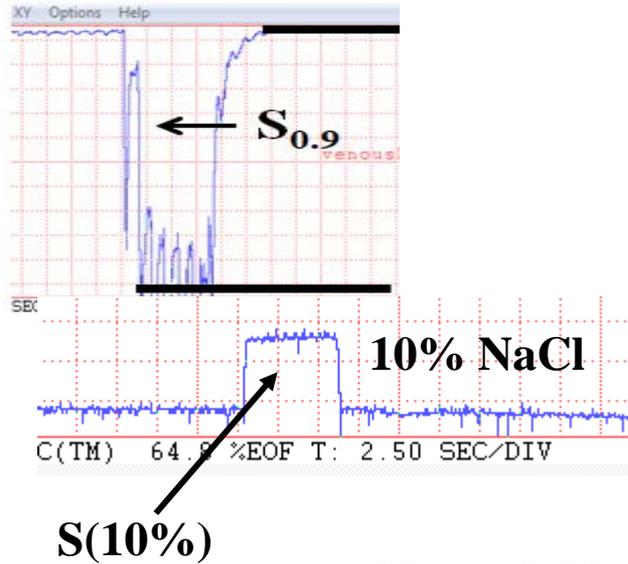
Krivitski, N. M., V. V. Kislukhin, O. S. Belorusev, A. N. Vetkin, V. A. Mksimenko, and C. K. Smirnov. Lung ex-travascular fluid volume determination by means of elec-troimpedance indicator dilution method. *Physiol. J. USSR.* 75:589-595, 1989



Легкие: Вода и проницаемость. Ультразвук

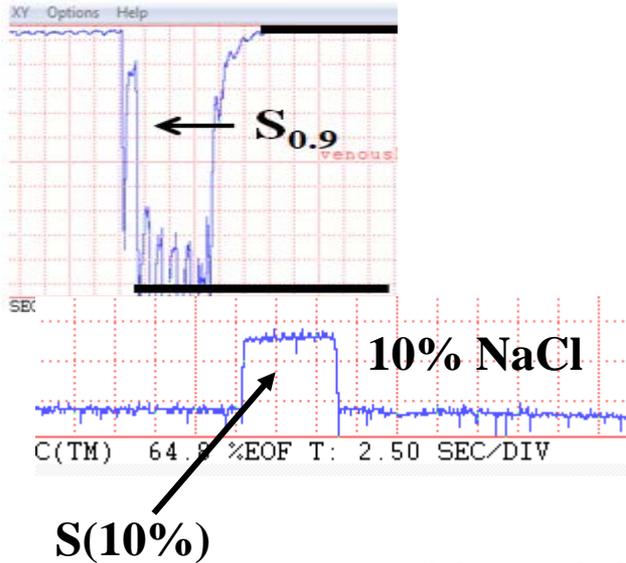
(1) Регистрация на вене

Оптика



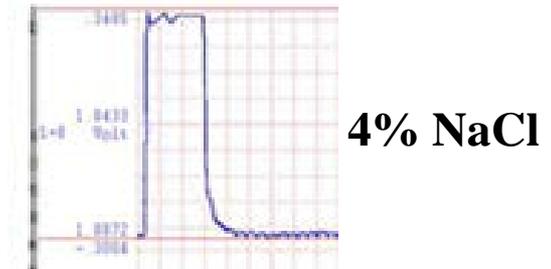
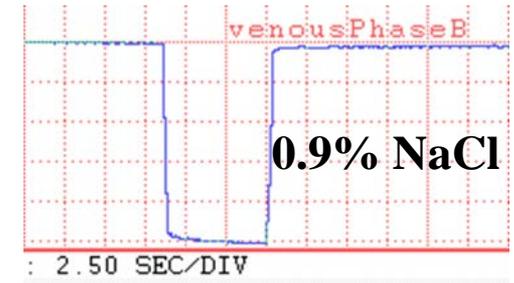
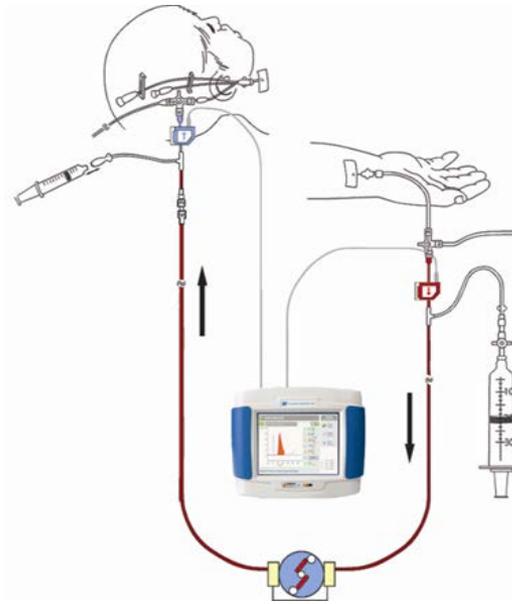
Легкие: Вода и проницаемость.

Ультразвук



(1) Регистрация на вене

Оптика



$$20 \text{ мл } 0.9\% \text{ NaCl} = 0.18 \text{ г NaCl} + 20 \text{ мл H}_2\text{O}$$

$$3 \text{ мл } 10\% \text{ NaCl} = 0.3 \text{ г NaCl} + 3 \text{ мл H}_2\text{O}$$

$$S_1 (0.9\%) = K_{1,\text{NaCl}} \cdot \Delta \text{NaCl} + K_{1,\text{H}_2\text{O}} \Delta \text{H}_2\text{O};$$

$$S_1 (10\%) = K_{1,\text{NaCl}} \cdot \Delta \text{NaCl} + K_{1,\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta \text{H}_2\text{O}$$

$K_{1,\text{NaCl}}$

$K_{1,\text{H}_2\text{O}}$

Легкие: Вода и проницаемость. (2) Регистрация на артерии

Изотоническая

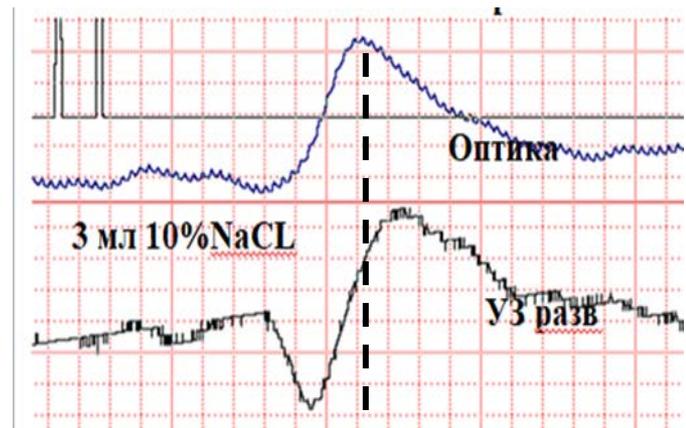
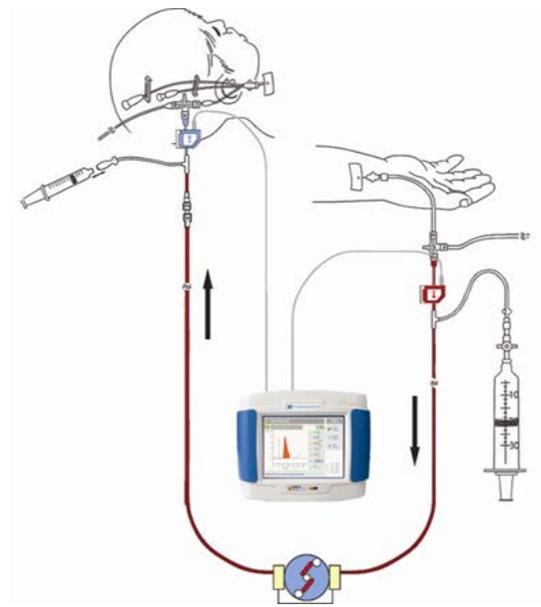
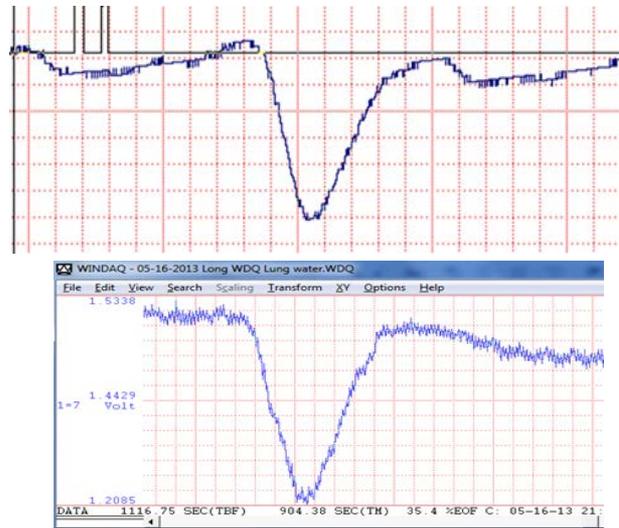
Инъекции

Гипертоническая

0.9% NaCl

Регистрация на артериальном конце

10% NaCl



Легкие: Вода и проницаемость. (2) Регистрация на артерии

Изотоническая

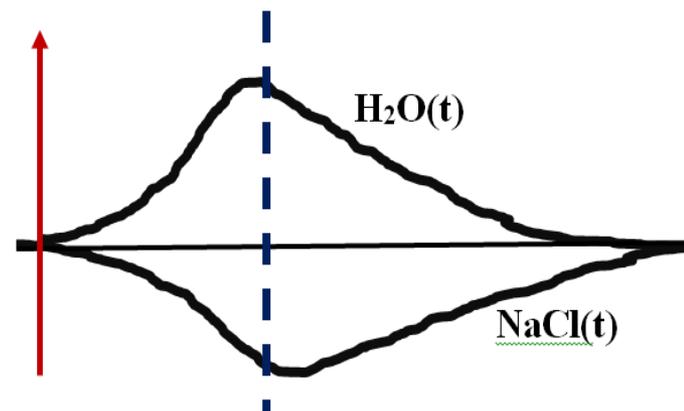
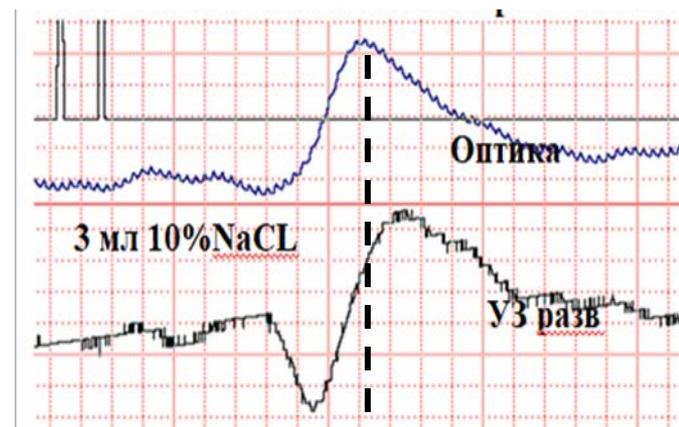
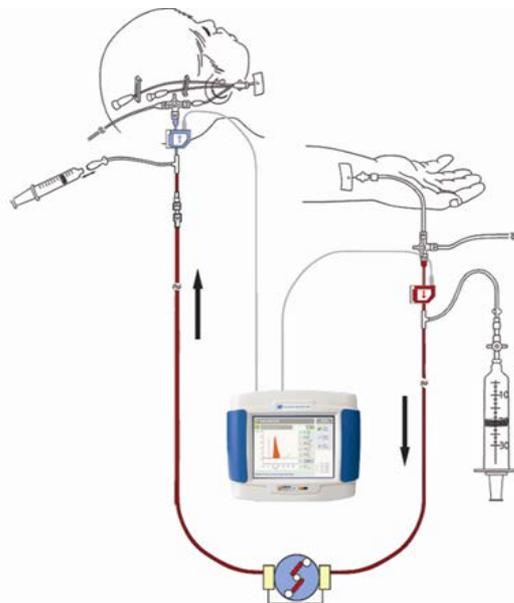
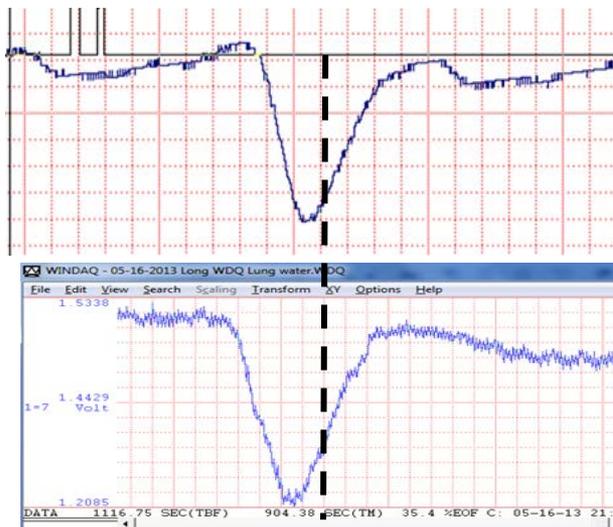
Инъекции

Гипертоническая

0.9% NaCl

Регистрация на артериальном конце

10% NaCl



$$S_{YZ} (10\%)(t) = K_{1,NaCl} \cdot \Delta NaCl(t) + K_{1,H_2O} \cdot \Delta H_2O(t);$$

$$S_{OPT} (10\%)(t) = K_{2,NaCl} \cdot \Delta NaCl(t) + K_{2,H_2O} \cdot \Delta H_2O(t)$$

Изотоническая

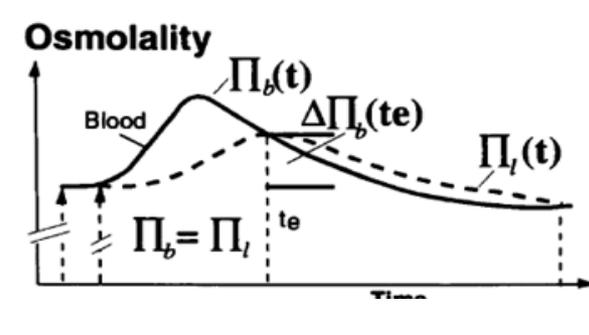
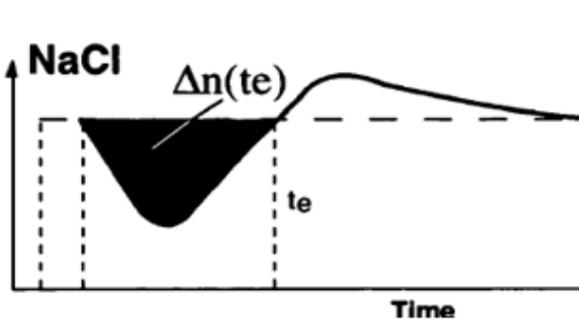
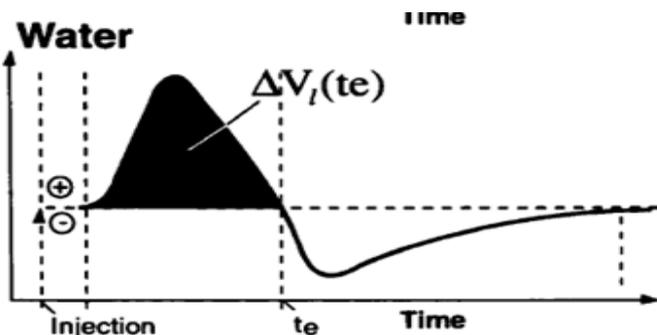
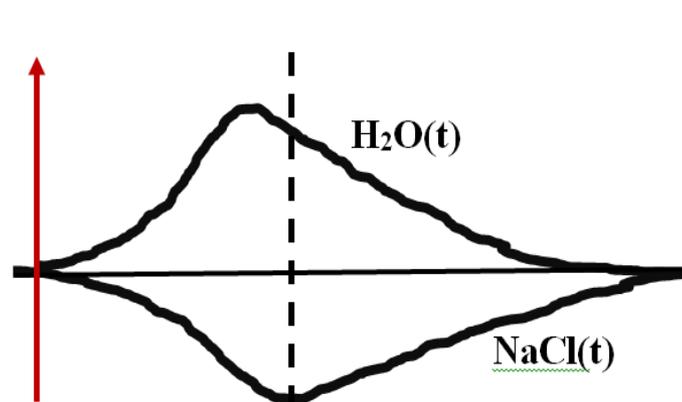
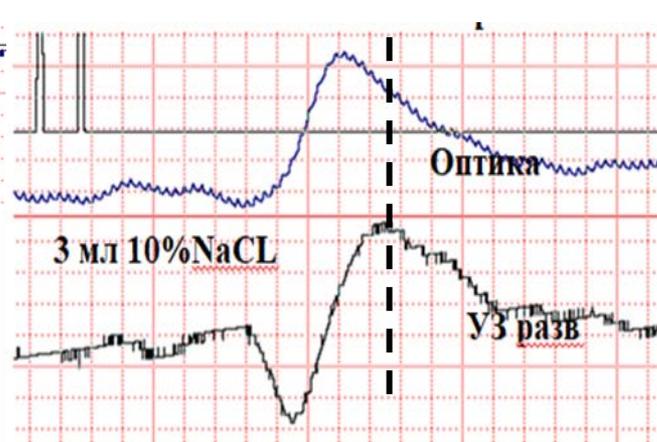
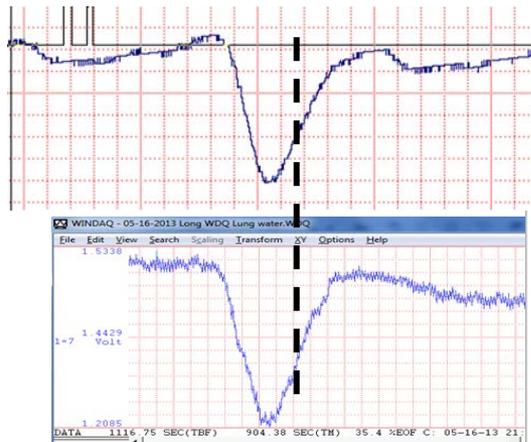
Инъекции

Гипертоническая

0.9% NaCl

Регистрация на артериальном конце

10% NaCl

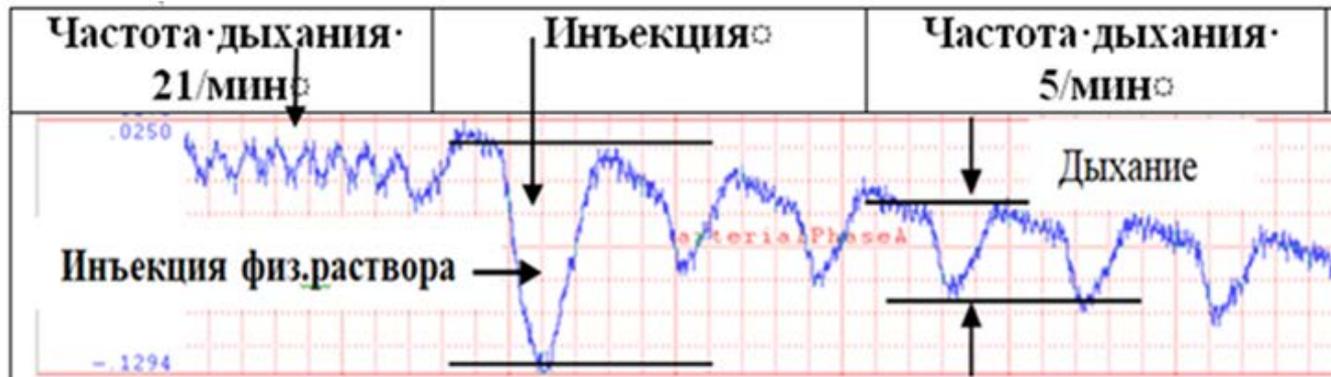


Injection Number	Injection Volume (ml)	Injection NaCl (%)	Water Moved ΔV _l (t _e) (ml)	NaCl Moved Δn(t _e) (mg)	Lung Water V _l (ml)
1	3	6	5.8	14.0	92
2	3	6	5.0	6.6	289
3	5	4.5	4.1	6.1	133
4	3	6	4.7	18.3	170
5	3	6	8.6	8.4	173
6	5	4.5	5.0	3.5	149

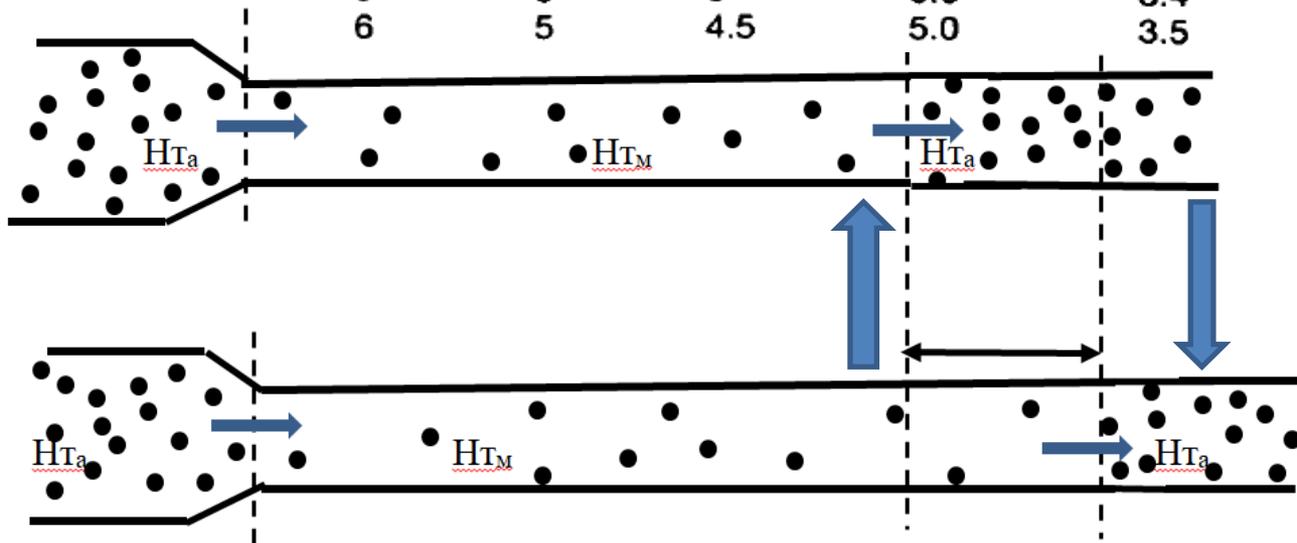
$$V_l = \Pi_b \times [\Delta n(t_e)/c - \Delta V_l(t_e)] / \Delta \Pi_b(t_e)$$

Krivitski N, Kislukhin V, Dobson at al: Volume of extravascular lung fluid determined by blood ultrasound velocity and electrical impedance dilution. *ASAIO J* 44: 1998.

ПРОБЛЕМА



Injection Number	Injection Volume (ml)	Injection NaCl (%)	Water Moved $\Delta V_i(t_e)$ (ml)	NaCl Moved $\Delta n(t_e)$ (mg)	Lung Water V_i (ml)
1	3	6	5.8	14.0	92
2	3	6	5.0	6.6	289
3	5	4.5	4.1	6.1	133
4	3	6	4.7	18.3	170
5	3	6	8.6	8.4	173
6	5	4.5	5.0	3.5	149



JEN-SHIH LEE and LIAN-PIN LEE Effect of hemodilution on ventilatory fluctuations of pulmonary capillary blood volume J. Appl. Physiol. 65(6): 2571-2578, 1988.

Заключение

Метод разведения физических свойств крови, РФСК, позволяет:

- 1. Определять сердечный выброс,**
- 2. Оценивать объем жидкости, перемещаемой между капиллярами и тканью в течении дыхательного цикла**
- 3. Находить потоки NaCl и воды при прохождении гипертонических инъекций, а также объем воды в перфузируемой ткани легких.**