

# ЛЕКЦИЯ 1

ЭЛЕКТРОФОРЕЗ

БЕЛКОВ КРОВИ

# Белки плазмы (сыворотки) крови

Белки являются важнейшей составной частью плазмы крови и выполняют специфические функции:

- поддерживают онкотическое давление и тем самым постоянный объем крови; белки связывают воду и задерживают ее;
- определяют вязкость крови и, следовательно, влияют на ее гемодинамику в кровяном русле;
- принимают участие в процессах иммунитета;
- многие белки плазмы крови (альбумин, трансферрин и др.) выполняют специфические транспортные функции;
- поддерживают уровень катионов в крови;
- являются важнейшими источниками аминокислот при голодании;
- участвуют в свертывании крови;
- участвуют в поддержании постоянства рН крови, так как составляют белковую буферную систему.

Для разделения белков сыворотки крови на их составляющие используют метод **электрофореза**, основанный на различной подвижности белков в электрическом поле.

Количество обнаруживаемых фракций белков зависит от природы среды, в которой будет проводиться электрофорез (полиакриламидный гель 30 фракций), на пленках из ацетатцеллюлозы - 5 основных фракций:

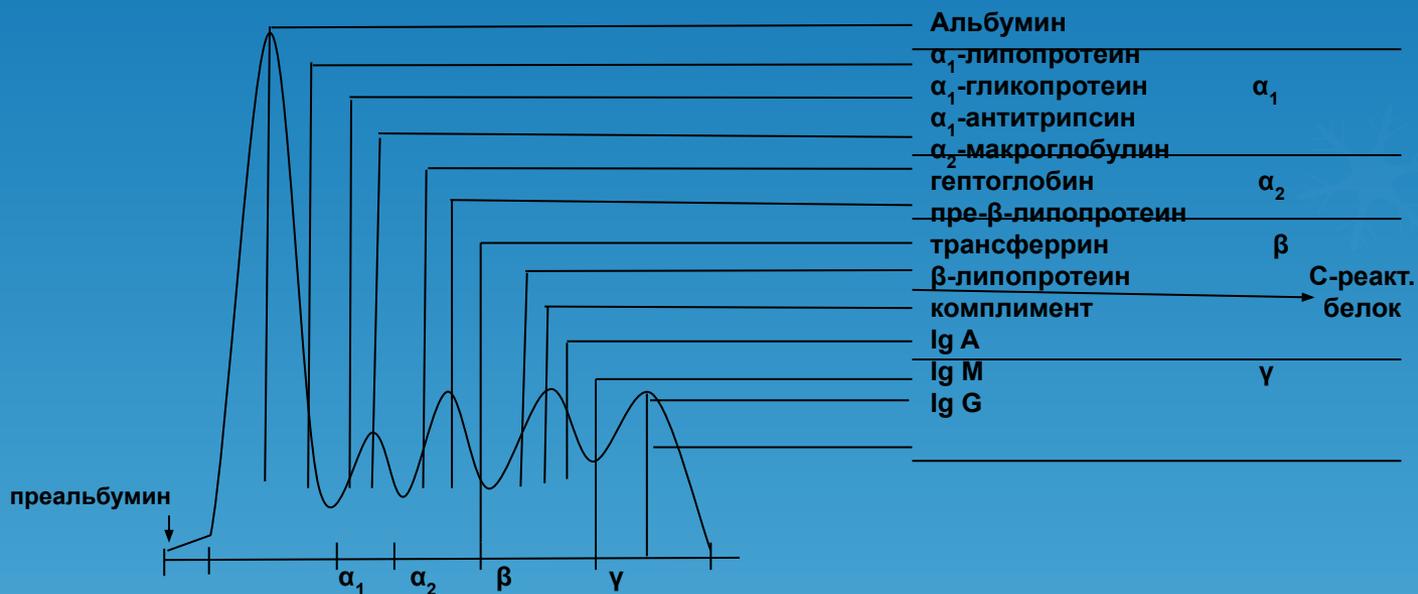
**альбумины** (55-65%) и **глобулины** ( $\alpha_1$ -глобулины - 2-4%,  $\alpha_2$ -глобулины – 6-12%,  $\beta$ -глобулины – 8-12%,  $\gamma$ -глобулины – 12-22%).

Метод электрофореза в диагностическом отношении более информативен, чем определение только общего белка.

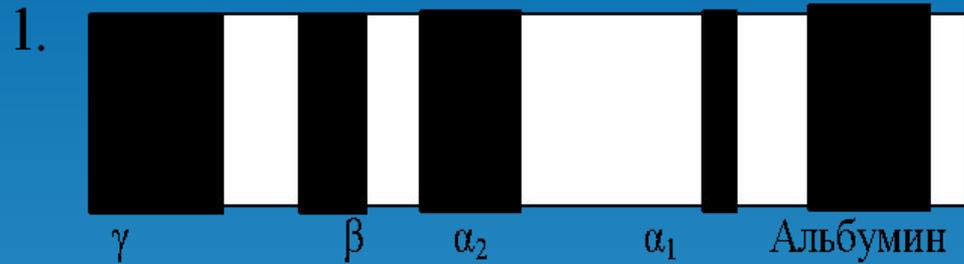
При многих заболеваниях часто **изменяется процентное соотношение** белковых фракций, при этом общее содержание белка в сыворотке крови остается в пределах нормы **65-85** г/л.

Анализ **фореграмм** белков позволяет установить, за счет какой фракции у больного имеется увеличение или дефицит белка, а также судить о специфичности изменений, характерных для данной патологии.

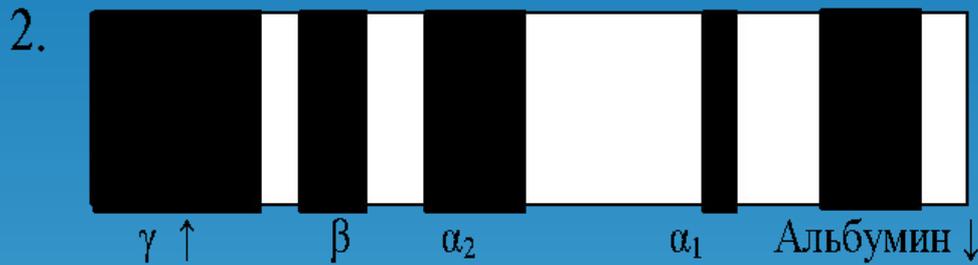
# Электрофореграмма белков плазмы крови



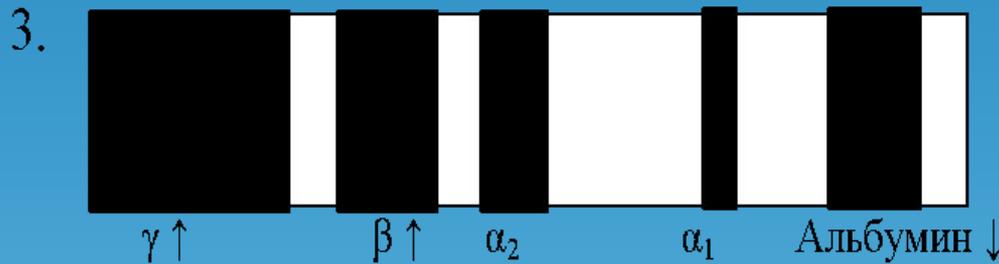
59% 6% 8% 12% 14%



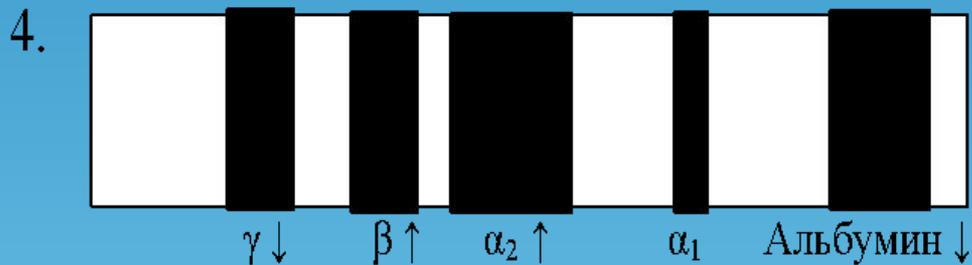
Норма



Воспалительный  
процесс



Цирротический  
тип



Нефротический  
тип

# Содержание, период полураспада и специфические функции некоторых важнейших белков плазмы (сыворотки) крови

Фракции	Специфические белки	Концентрация в плазме (сыворотке) г/л	$T_{1/2}$ дней	Функции	Белки острой фазы
Альбумины	- преальбумины	0,25	1,9	Транспорт $T_3$ и $T_4$	
	- альбумины	40-50	19	Поддержание онкотического давления, транспорт СЖК, билирубина, желчных кислот, альдостерона, неорганических ионов, лекарств и др.	

α <sub>1</sub> -глобулины (содержат белки острой фазы)*	- α <sub>1</sub> -антитрипсин*	2,5	3,9	Ингибитор многочисленных протеиназ плазмы крови (эластазы легких → эмфизема).	+
	- α <sub>1</sub> -липопротеин* (ЛПВП)	0,35		Транспорт холестерина (из ткани в печень)	+
	- протромбин	0,10		Фактор (II) свертывания крови	
	- транскортин	0,03		Транспорт кортизола, кортикостерона, прогестерона	
	- кислый α <sub>1</sub> -гликопротеин*	1,0		Транспорт прогестерона	+
	- тироксин-связывающий глобулин	0,02		<u>Транспорт T<sub>3</sub> и T<sub>4</sub></u>	

α <sub>2</sub> -глобулины (содержат белки острой фазы)*	- церулоплазмин*	0,35	4,3	<u>Транспорт ионов меди,</u> оксидоредуктаза	+
	-антитромбин III	0,30		Ингибитор плазменных протеаз	
	-гаптоглобин*	1,0	2,4	Связывание <u>гемоглобина</u> и предотвращение его потери	+
	-α <sub>2</sub> - макроглобулин*	2,6	5	Ингибитор плазменных протеаз, транспорт цинка	+
	-ретинол- связывающий глобулин	0,04	0,5	Транспорт ретинола	
	-витамин D- связывающий глобулин	0,4		Транспорт кальциферола	

β-глобулины	-ЛПНП	3,5		Транспорт холестерина печень → ткани	
	-трансферрин	3,0	8,5	<u>Транспорт ионов железа</u>	
	-фибриноген	3,0	3,3	Фактор (I) свертывания крови	
	-транскобаламин	$< 25 \cdot 10^{-6}$		Транспорт витамина В <sub>12</sub>	
	-секс-гормон связывающий глобулин	$25 \cdot 10^{-6}$		Транспорт тестостерона и эстрадиола	
	-С-реактивный белок	$< 0,01$		Активация комплемента	
γ-глобулины	-IgG	12	23	Поздние антитела	
	-IgA	3,5	6,5	Антитела слизистых	
	-IgM	1,3	5,1	Ранние антитела	
	-IgD	0,03	2,8	Рецепторы В-лимфоцитов	
	-IgE	$< 0,01$	2,7	Рецепторы В-лимфоцитов	

**Альбумин.** Это кислый белок с относительно малой молекулярной массой, поэтому удерживает в своем составе и транспортирует с током крови (+) заряженные ионы ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  и др.), а также плохо растворимые в воде СЖК, билирубин, альдостерон и многие лекарственные препараты. Альбумин поддерживает онкотическое давление плазмы крови, с помощью которого контролируется транспорт воды между сосудистым руслом и межклеточным пространством. При значительном снижении альбумина в кровяном русле (кровотечение, болезни почек, печени) понижается онкотическое давление, вода не возвращается из межклеточного пространства в кровяное русло и это приводит к развитию отеков. Альбумин составляет белковый резерв организма.

Референтные величины: дети до 14 лет – 32-54 г/л, взрослые – 35-52 г/л.

**Гипоальбуминемия** (длительное голодание, цирроз и гепатит печени, заболевания почек, кровопотери, новообразования, СД и др.). **Гиперальбуминемия** (дегидратация вследствие тяжелых травм, ожогах).

При патологии содержание белков в плазме крови может существенно изменяться.

Возможны варианты гипер-, гипо-, дис- и парапротеинемий.

**Гиперпротеинемия** - увеличение общего содержания белков плазмы крови. Основные причины: интенсивная потеря воды организмом (диарея, рвота, ожоги).

**Гипопротеинемия** - снижение общего содержания белков плазмы крови, чаще всего альбуминов. Основные причины: заболевание почек и потеря белков в составе мочи; заболевание печени и нарушения в ней реакции синтеза, прежде всего альбуминов, голодание, непроходимость ЖКТ.

**Диспротеинемия** – изменение соотношения отдельных белковых фракций (ревматизм, туберкулез, пневмония и др.).

**Парапротеинемия** - появление в крови аномальных белков (при миеломной болезни).

# Специфические белки крови

Специфические белки крови выполняют разнообразные функции: осуществляют транспорт различных веществ, участвуют в свертывании крови, в иммунных реакциях, ингибируют протеолитические ферменты, также они участвуют в общих реакциях организма на различные патологические процессы, отражая при этом состояние органов и тканей, что используется в клинической практике. Белки, синтез которых неспецифически увеличивается в ответ на патологические процессы (воспаление, повреждение, злокачественные новообразования, а также при беременности), называются «реактантами острой фазы воспаления».

Из специфических белков наиболее часто в клинической практике определяют уровень СРБ, кислого  $\alpha$ 1-гликопротеина,  $\alpha$ 1-антитрипсина, церулоплазмина.

**C-реактивный белок** получил свое название из-за способности связывать C-полисахарид клеточной стенки пневмококка. Он синтезируется в печени под влиянием цитокинов. Определяется в сыворотке крови ***при различных воспалительных и некротических процессах*** и является показателем острой фазы их течения.

Основная функция – активация иммунных реакций организма, связывание различных микроорганизмов и продуктов повреждения тканей.

**Норма** – менее 6 мг/л.

**Кислый  $\alpha$ 1-гликопротеин** белок плазмы крови, богатый УГВ. Функции: ингибирует активность протеолитических ферментов, изменяет адгезивность тромбоцитов, подавляет иммунореактивность, связывает многие лекарства, гормоны (прогестерон).

**Увеличение** его содержания наблюдается при воспалительных процессах (инфекциях, травмах, хирургических вмешательствах), опухолях.

**Снижение** – в раннем детском возрасте, на ранних сроках беременности, тяжелых поражениях печени, нефротическом синдроме, приеме эстрогенов, контрацептивов.

**Норма** – 13,4-34,1 мкмоль/л (0,5-1,5 г/л).

**α1-антитрипсин** – гликопротеин, синтезируется печенью. Он тормозит действие трипсина, химотрипсина, эластазы, калликреина и др. протеолитических ферментов, способствуя их расщеплению.

**Увеличение** его содержания происходит при воспалительных процессах (инфекционных заболеваниях, гепатитах, циррозах печени, ожогах, состояниях после операций, при вакцинации). **Снижение** – при эмфиземе легких, поражениях печени, нефротическом синдроме, гастроэнтеропатии.

**Норма** – у взрослых до 60 лет – 0,9-2,0 г/л, старше 60 – 1,15-2,0 г/л.

**Церулоплазмин** – главный медьсодержащий белок плазмы, синтезируется в печени, относится к  $\alpha_2$ -глобулинам. Основная функция – транспорт меди к тканям, также он инактивирует активные формы кислорода, предотвращая ПОЛ.

**Возрастание** его уровня наблюдается у больных с острыми и хроническими инфекционными заболеваниями, циррозом печени, гепатитами, инфарктом миокарда, у больных шизофренией. **Снижение** его уровня – при нефротическом синдроме, заболеваниях ЖКТ, печени, ЦНС.

**Норма** – у взрослых 180-450 мг/л или 0,2-0,6 г/л.