

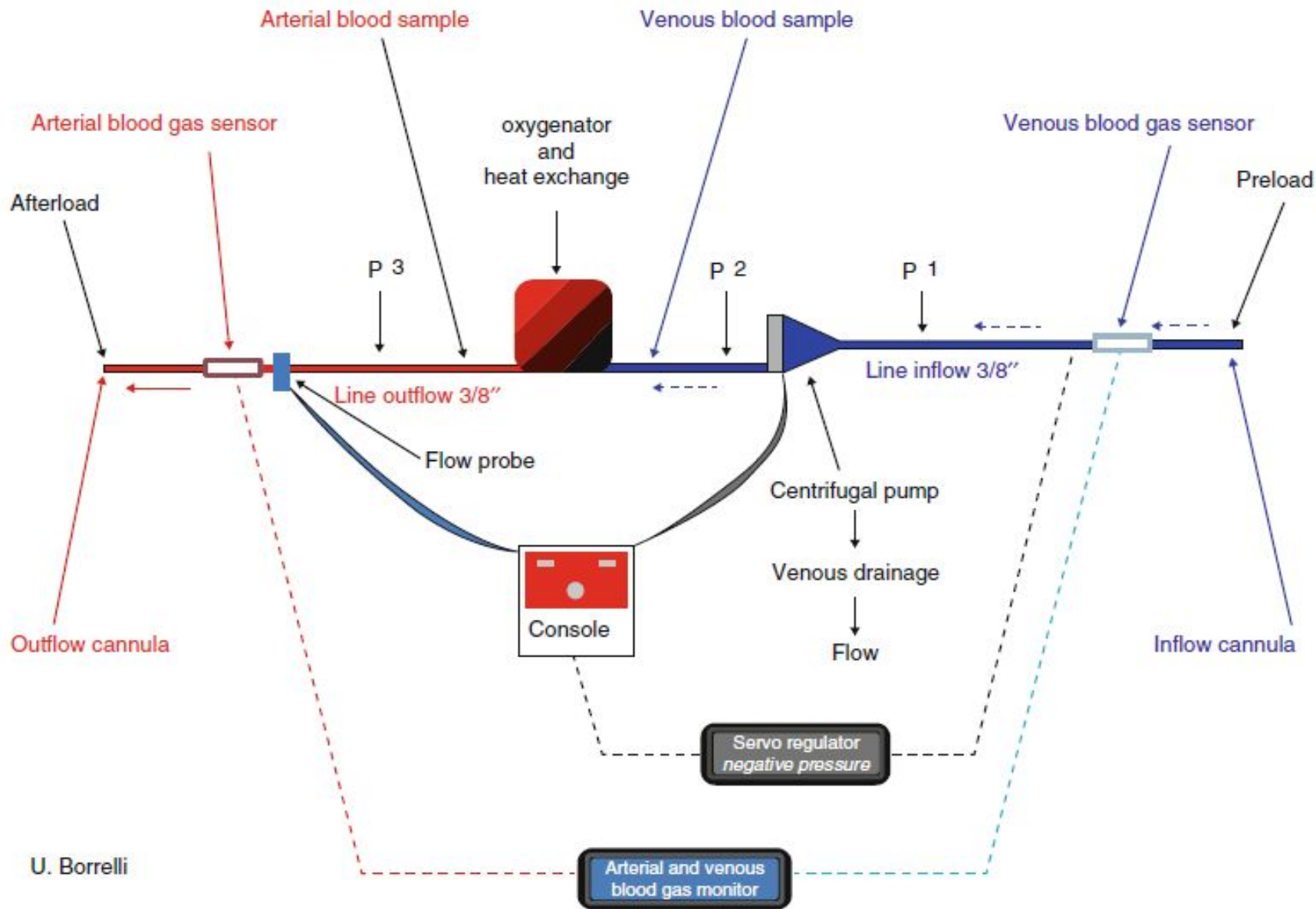
**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ
ОЧЕРК
ЭКМО**

ЭКМО

- ◎ 1929 г Брюхоненко С.С., Russia - первый АИК
- ◎ 1953 г J.Gibbon, USA – первое ИК у человека
- ◎ 1971 г D.Hill – первое применение ЭКМО (дериват АИКа)

Вводные замечания

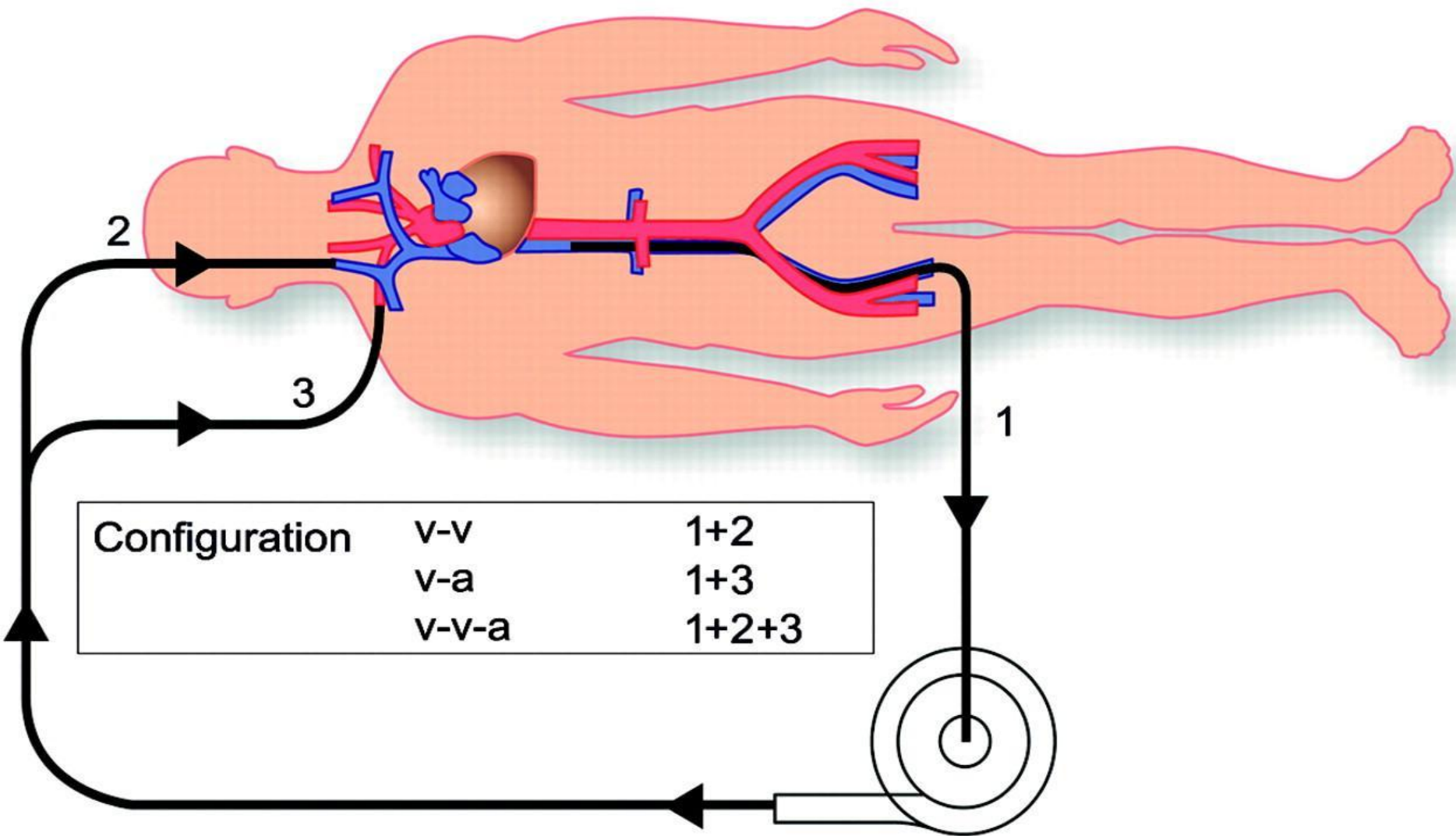
- ◎ Основное применение: протезирование функции сердца и/или легких (полное/параллельное)
- ◎ Составные части: канюли, магистрали, насос, оксигенатор, терморегулятор
- ◎ Подключение: периферическое, центральное
- ◎ Требуется управляемой гипокоагуляции
- ◎ Требуется мониторинг и присутствие персонала
- ◎ Вызывает ССВР



U. Borrelli

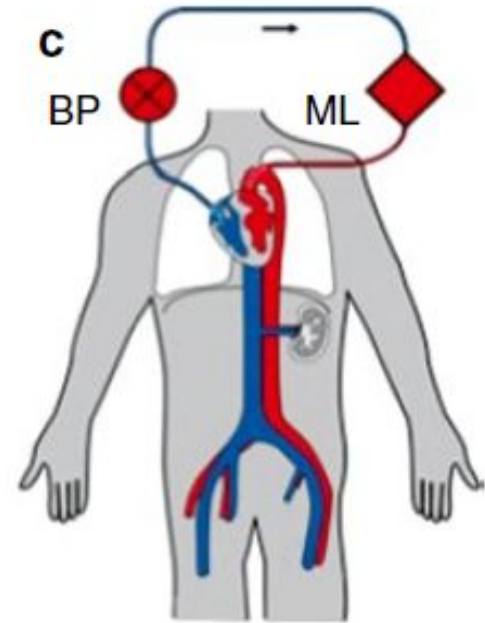
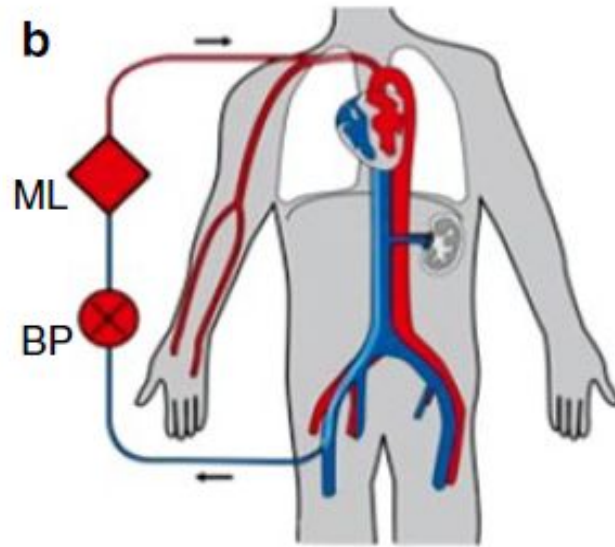
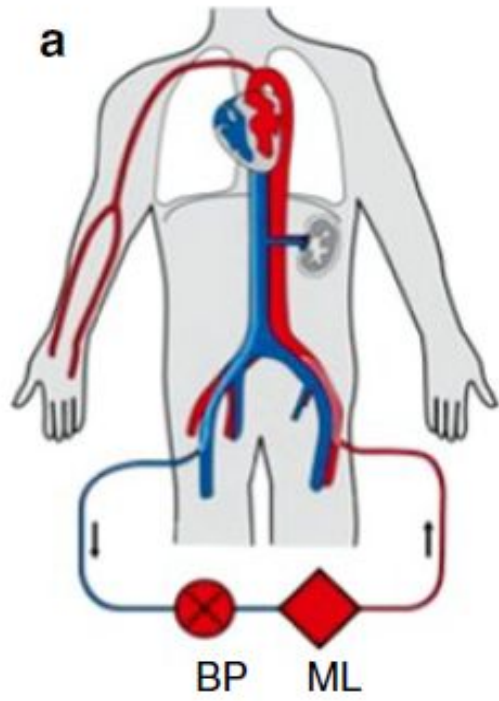
Схемы подключения

- ◎ VV Вено – венозная
- ◎ VA Вено – артериальная
- ◎ VVA Вено – венозно-артериальная



Циркуляция

- Используется ВА схема
- Полное или частичное протезирование насосной функции сердца (при этом $СВ = F$, л/мин)

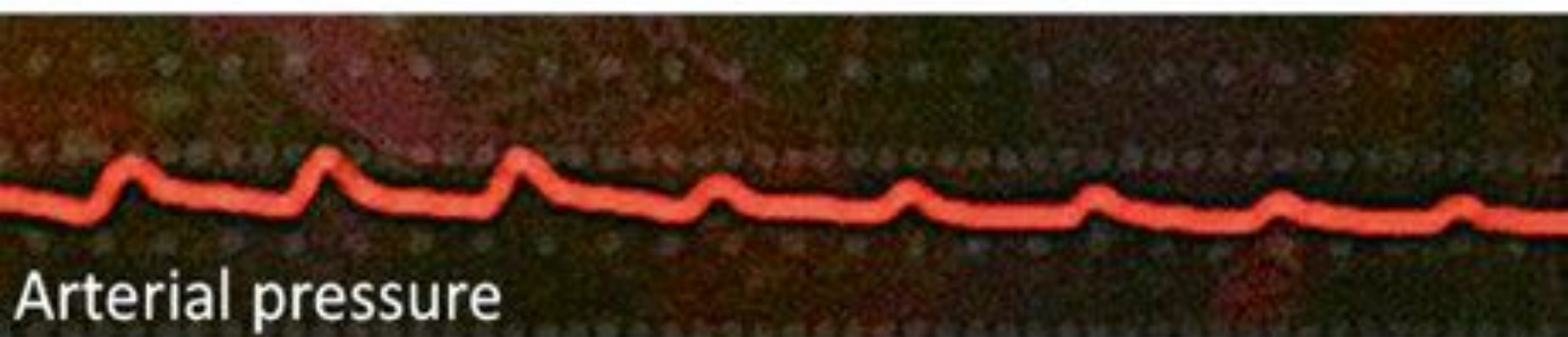
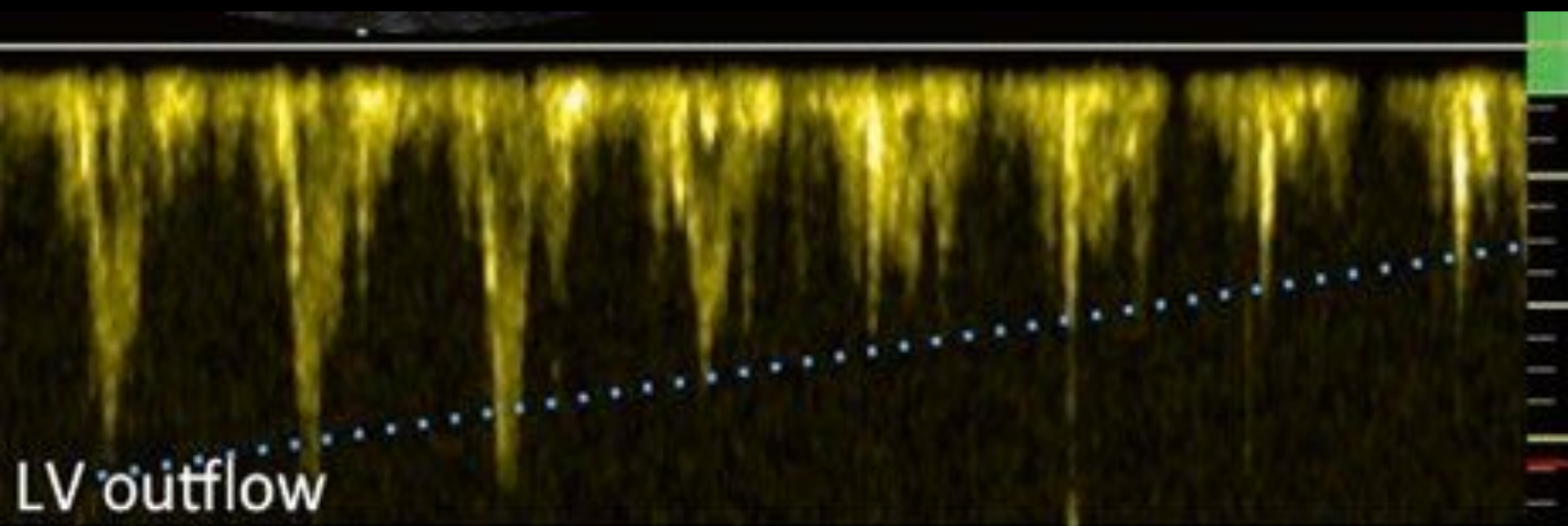


Изменения циркуляции

- Снижение КДДЛЖ
- Уменьшение напряжения стенки ЛЖ
- Редукция застоя в системе МКК
- Модуляция нейрогормонального ответа при ЗСН и ОСН

Изменения циркуляции

- ⦿ Уменьшение пульсатильности кровотока
- ⦿ Важно поддерживать СИ ЛЖ для профилактики застоя крови, притекающей по коллатералям, формирования свертков и возможной эмболизации
- ⦿ Пути разрешения: инотропная поддержка, редукция скорости насоса, дренирование ЛЖ



Изменения циркуляции

- Снижение преднагрузки ПЖ
- Увеличение постнагрузки ЛЖ
- ВАБК в данном случае снижает постнагрузку на ЛЖ и улучшает коронарную перфузию, а также сохраняет пульсовый паттерн кровотока

Влияние ВВ ЭКМО

- Оксигенированная и нормокапническая венозная кровь отчасти устраняет гипоксическую и гиперкапническую вазоконстрикцию, с соответствующим снижением постнагрузки на ПЖ
- Венозная гипероксия оказывает протективное действие на миокард
- Нормализованный рН при газовых сдвигах и нормокапния оказывают положительные гемодинамические эффекты
- Снижение параметров респираторной поддержки снижает внутригрудное давление и улучшает венозный возврат и преднагрузку ПЖ

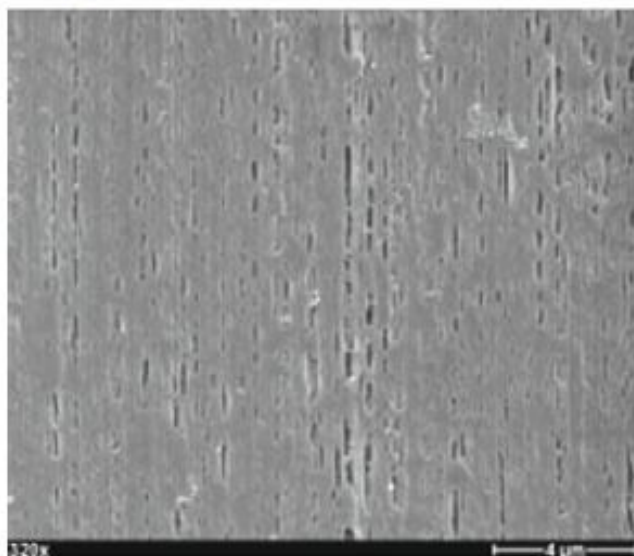
Газообмен

- Используется ВВ схема (последовательно с лёгкими)
- Осуществим и при ВА схеме (параллельно лёгким)
- Оксигенация / удаление CO_2 определяются взаимодействием лёгких, оксигенатора и СВ/Ф

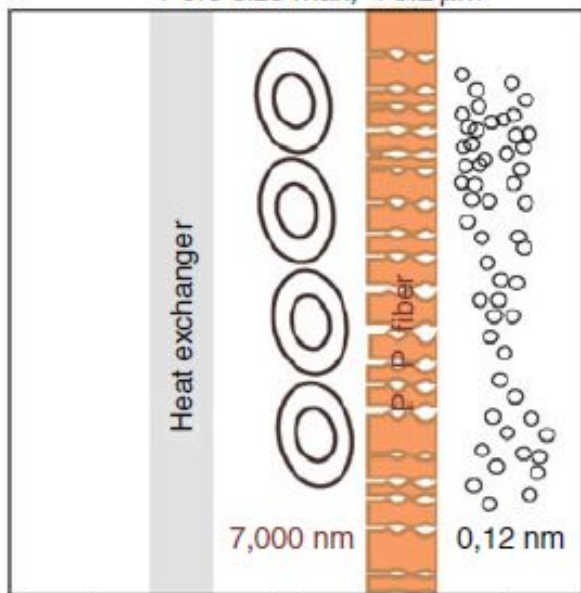
Оксигенатор

- Оксигенатор/газообменник – мембраны из микропористых полволоконных гидрофобных материалов или силикона
- Нет прямого контакта крови и газа
- Практически нет пропотевания плазмы
- Включает терморегуляционный контур

Polypropylene microporous membrane (P P)

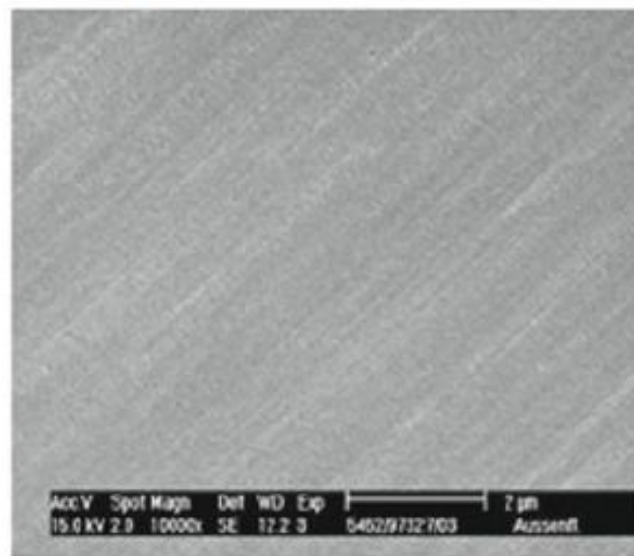


Pore size max, <math>< 0.2 \mu\text{m}</math>

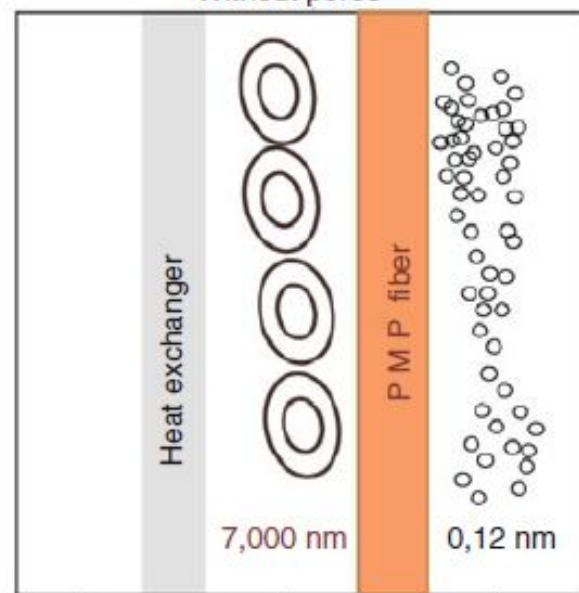


Water flow Blood flow Gas flow

Polymethylpentene membrane (PMP)



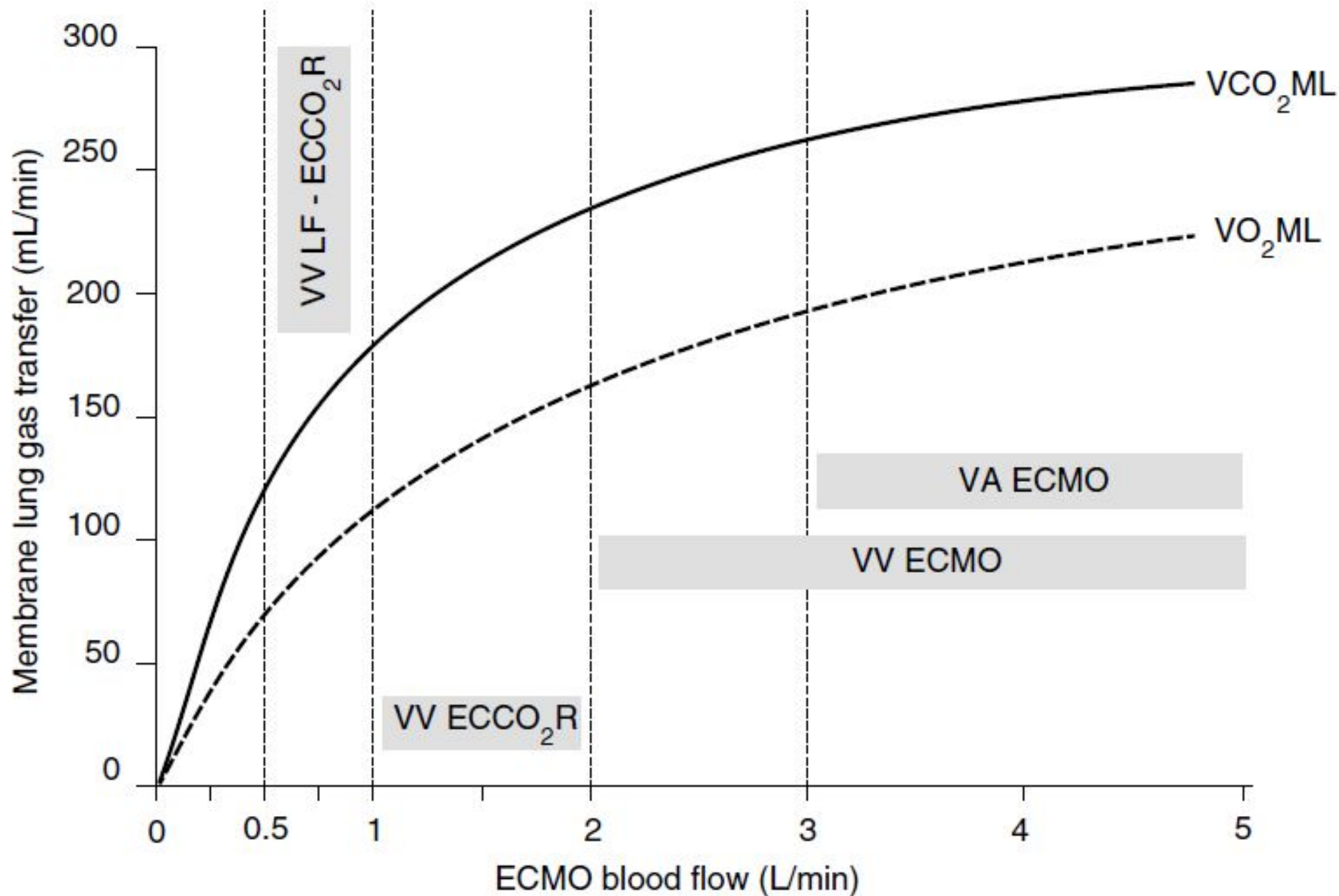
Without pores

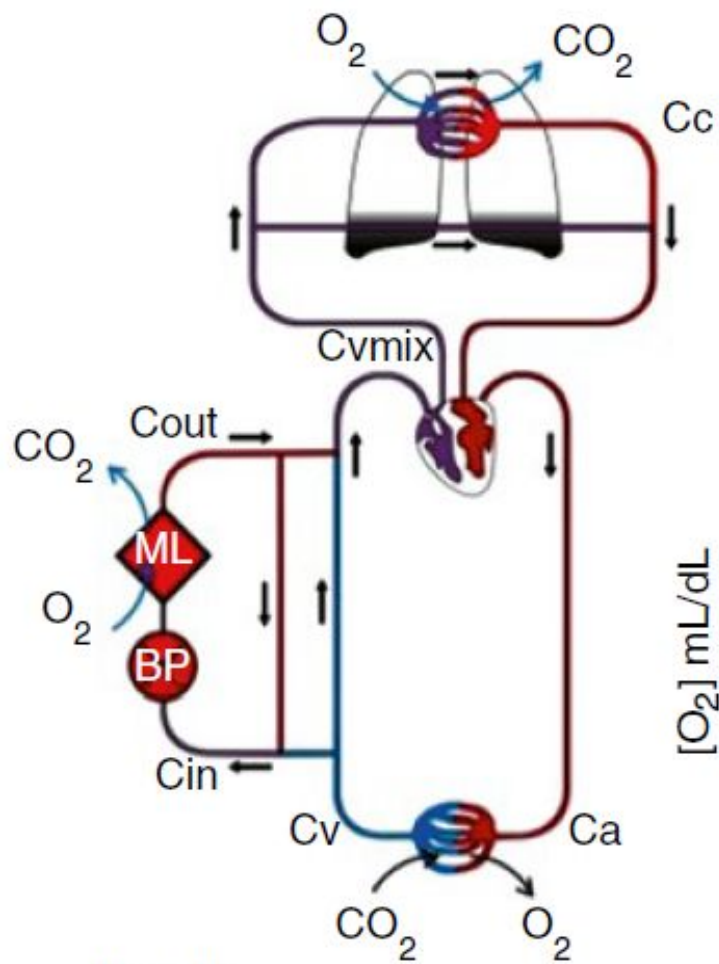


Water flow Blood flow Gas flow

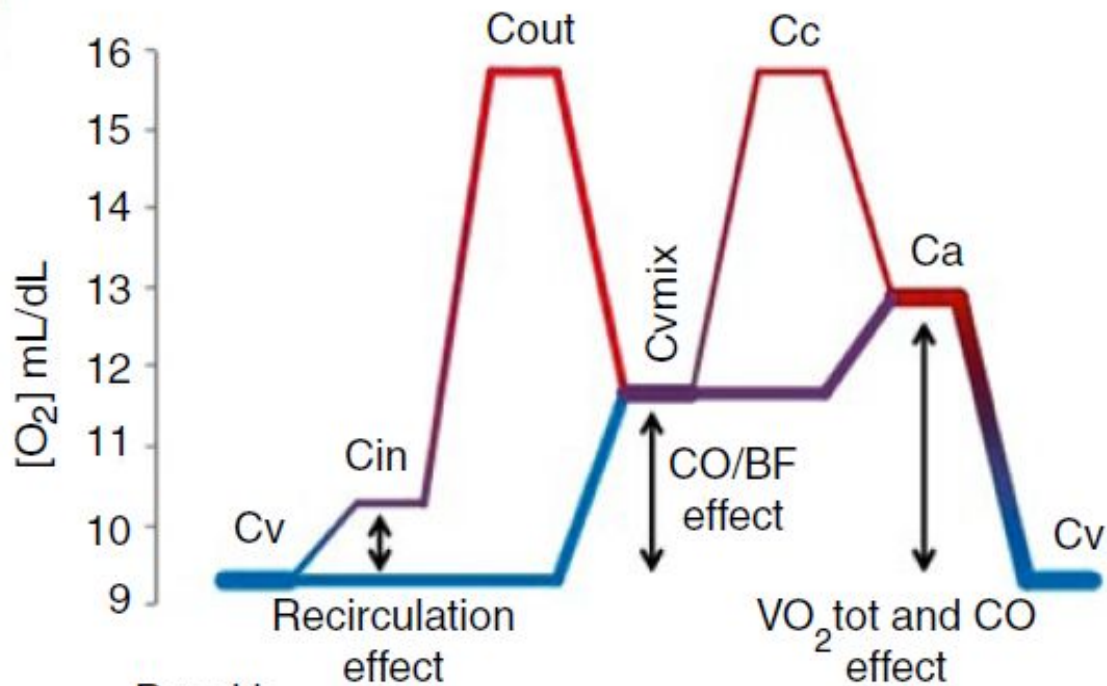
Трансфер газов через мембрану

- 200-250 мл/мин
- Зависит от материала, его толщины, площади поверхности
- Влиять на трансфер можно модифицируя СВ/Ф, поток свежего газа
- Основная детерминанта - градиент парциального давления
- Уровень метаболизма и транспорт газов кровью влияют на их градиент





Panel a



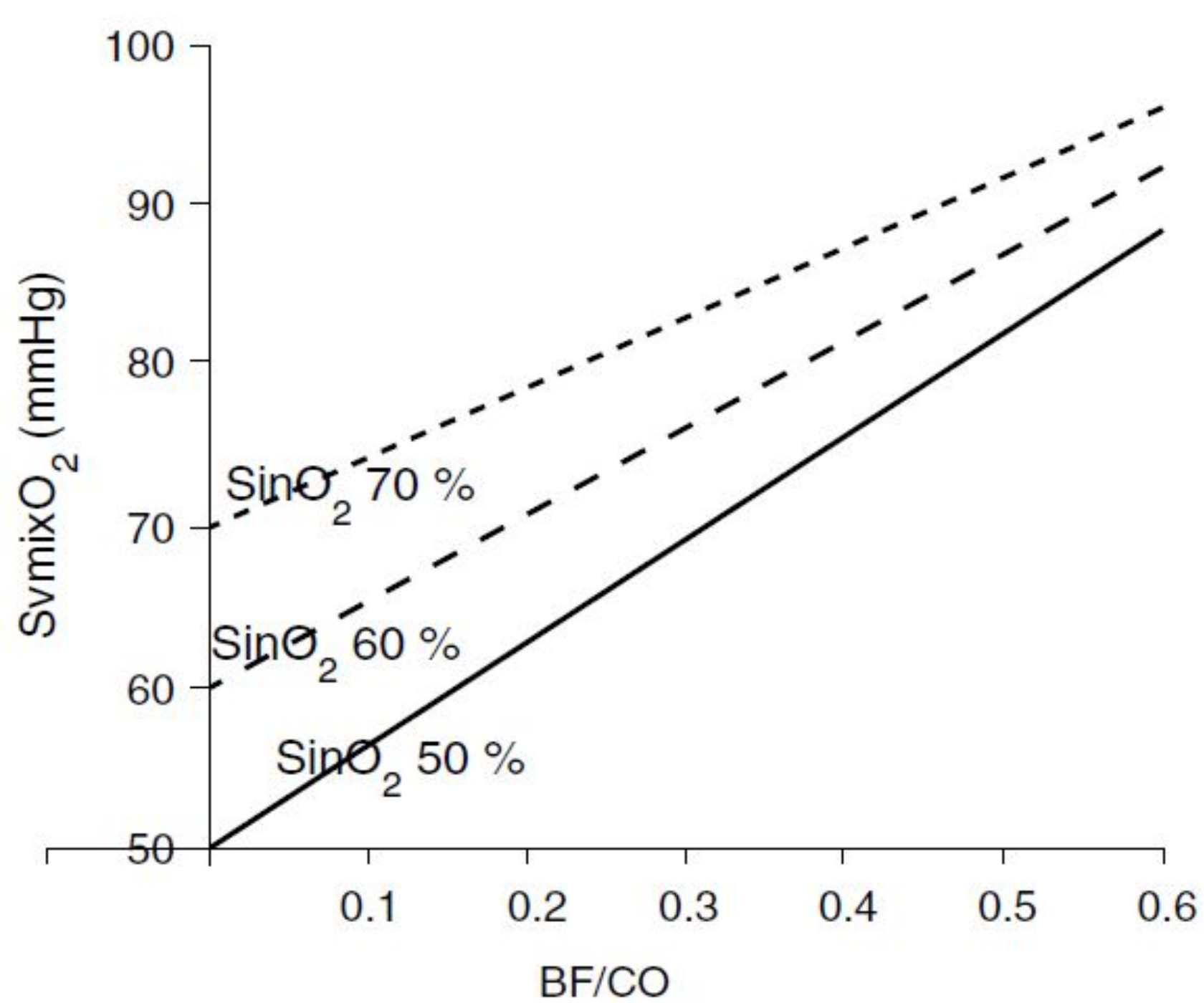
Panel b

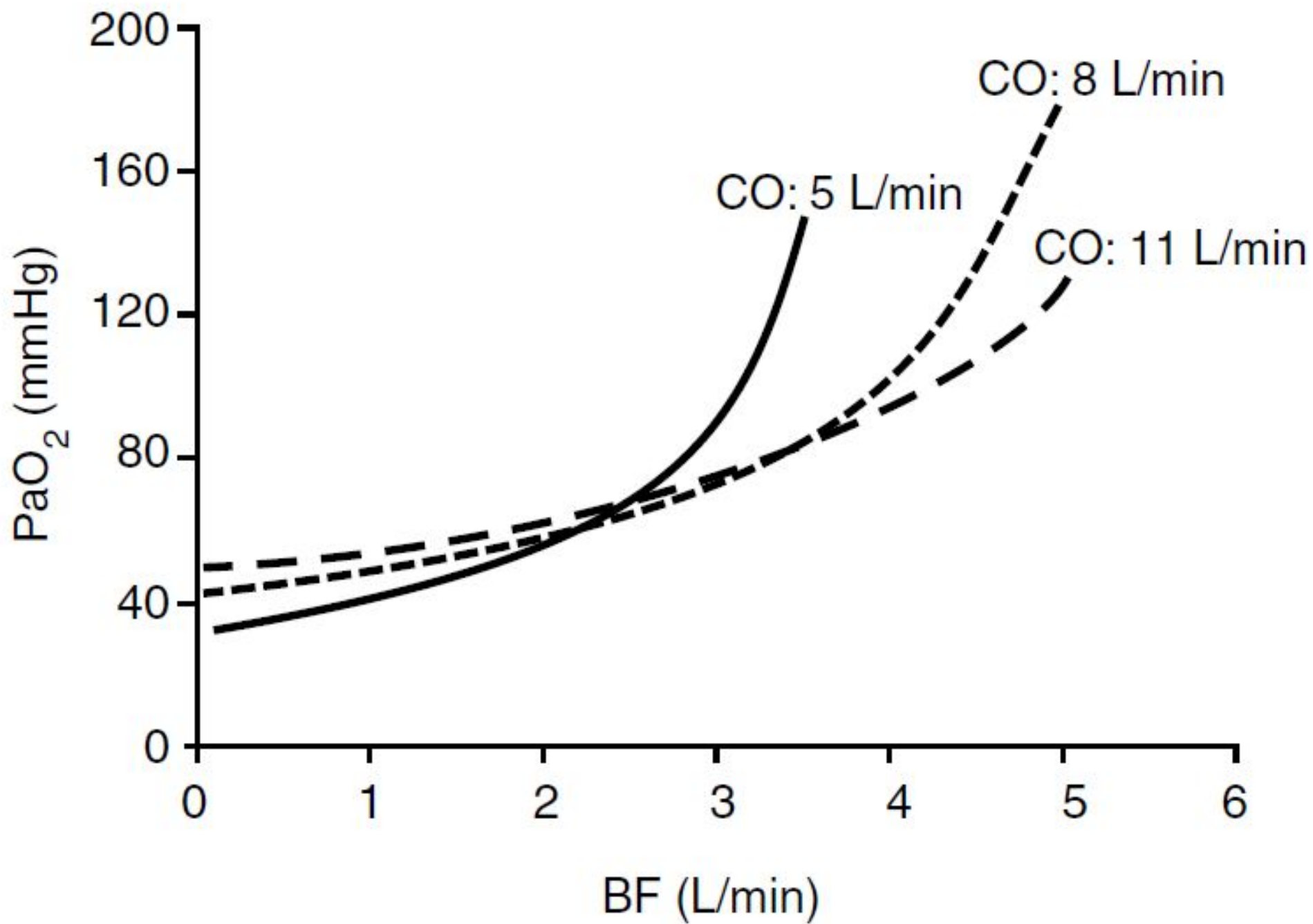
Доставка кислорода

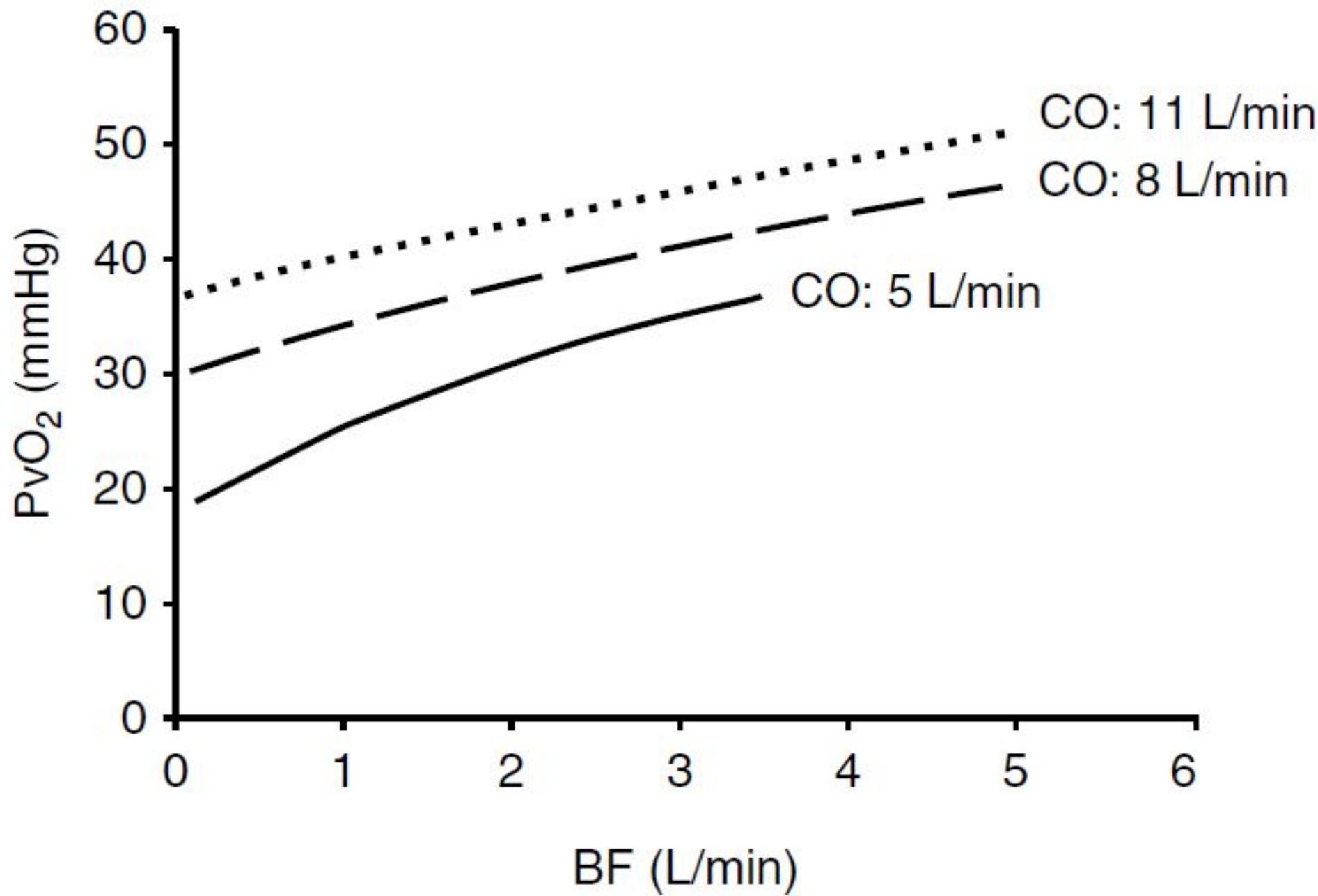
- ⦿ $DO_{2ML} = BF \times (C_{outO_2} - C_{inO_2})$
- ⦿ $DO_{2NL} = CO \times (C_{aO_2} - C_{mixO_2})$
- ⦿ $DO_{2Tot} = DO_{2ML} + DO_{2NL}$

Эффект соотношения CO/ВФ

- Увеличение потока при неизменном СВ и рециркуляции ведет к увеличению артериальной оксигенации и доставки O₂
- При условии постоянного потока и рециркуляции, увеличение СВ может потребовать увеличения потока для адекватного уровня PaO₂
- Т.к. увеличенный СВ – признак повышенного потребления тканями O₂ (сепсис, лихорадка, агитация) и может менять рециркуляцию и величину шунта, а значит и CaO₂ и Cm_тO₂
- Но, поскольку, потребление O₂ тканями различное, то и влияние изменения СВ на оксигенацию трудно прогнозировать

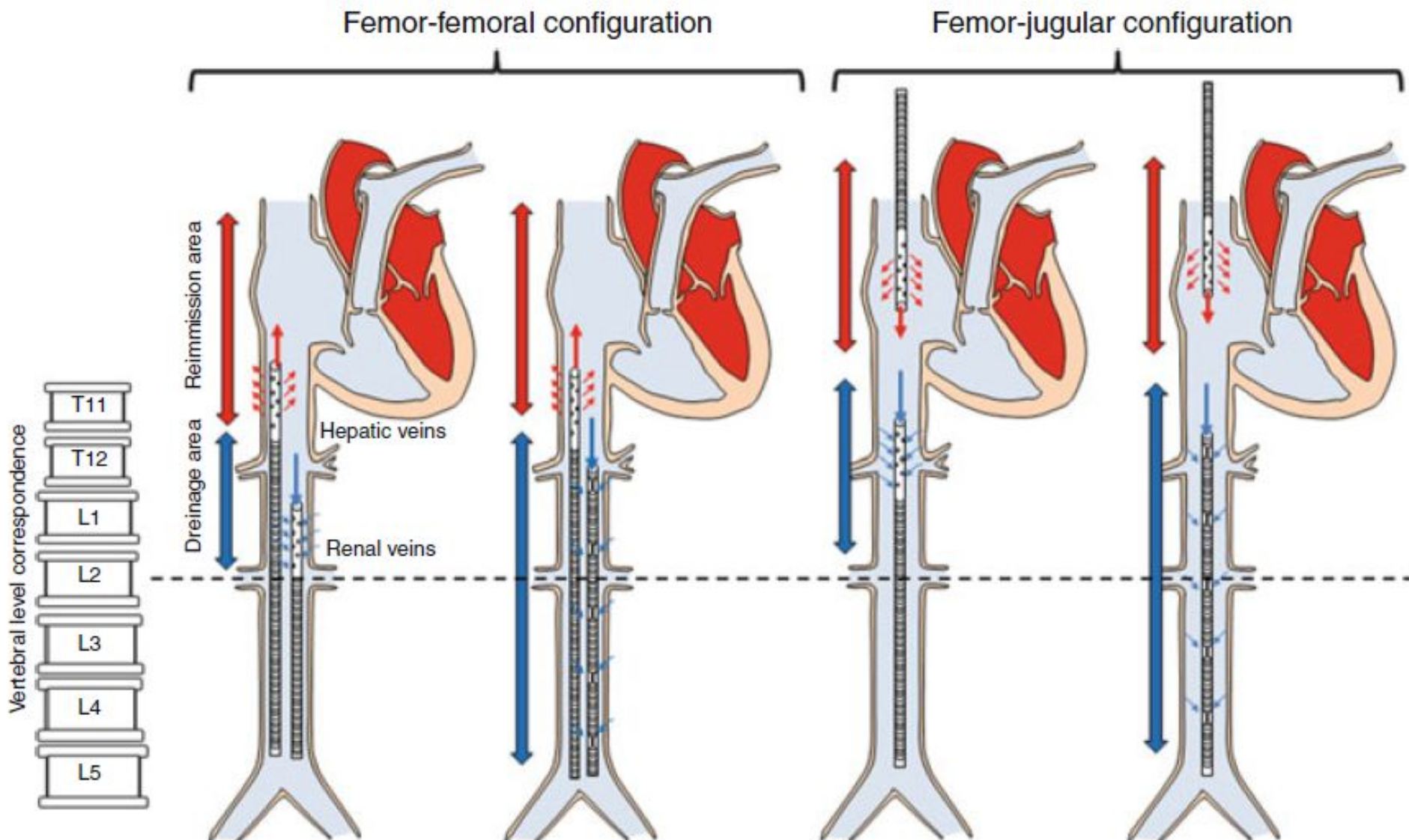






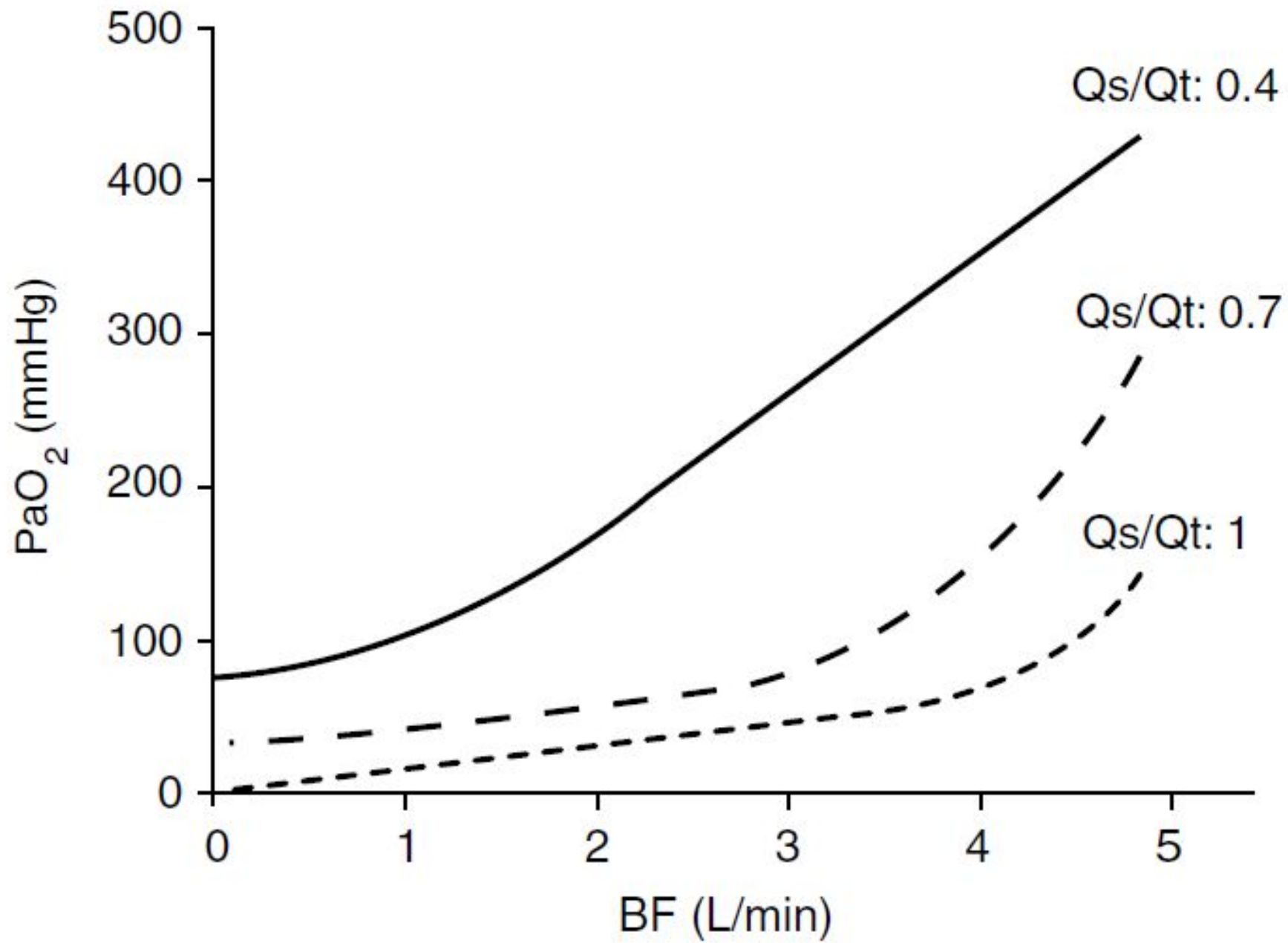
Эффект рециркуляции

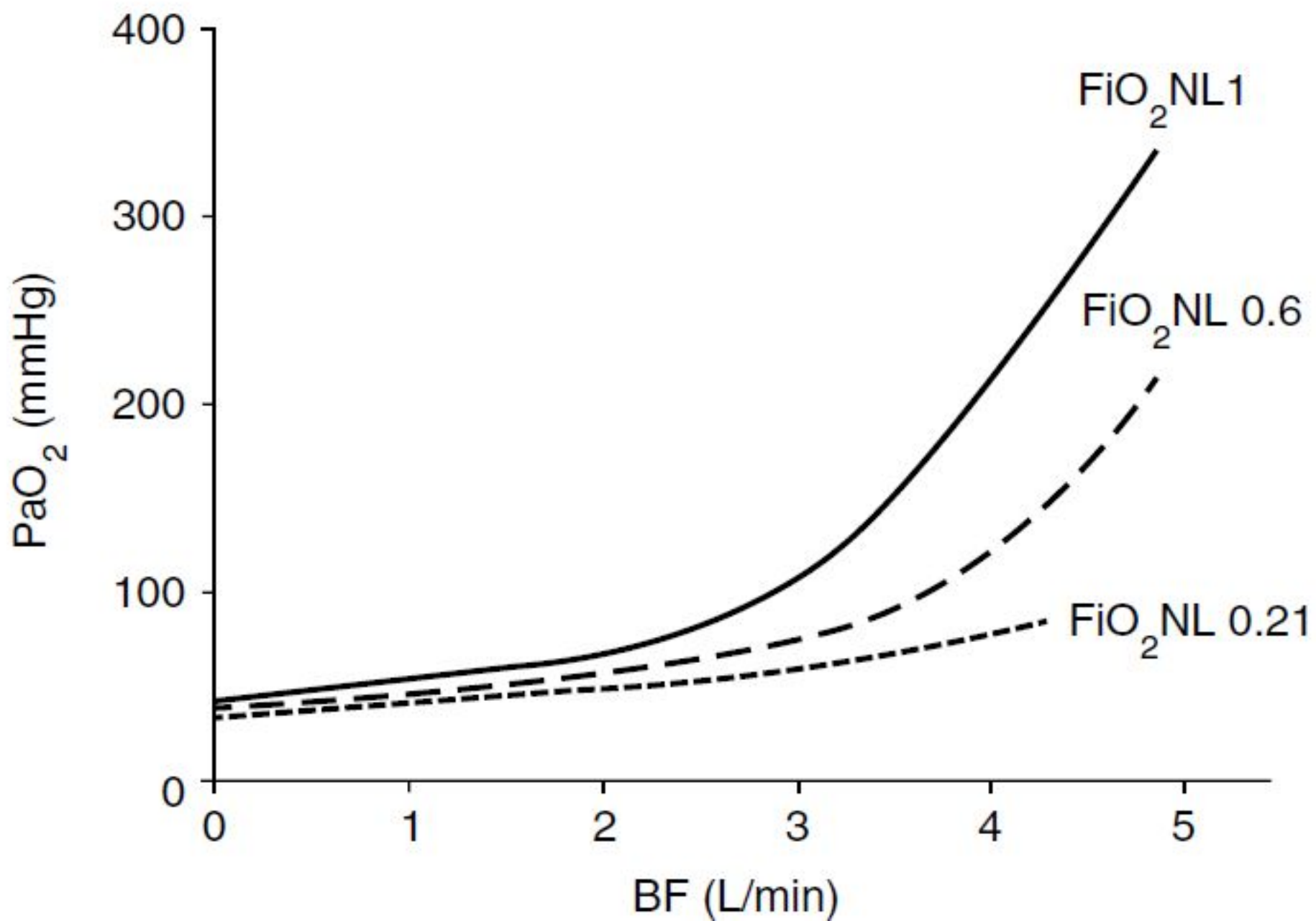
- ⦿ Значимо ухудшает DO₂ML (снижает градиент и BF)
- ⦿ Возникает при феморо-феморальном доступе
- ⦿ Пути решения: использование яремно-феморального доступа, расположение кончика дренажной канюли со скученными отверстиями ниже диафрагмы и выше почечных вен, а возвратной канюли в ПП или сразу под ним в НПВ



DO2NL

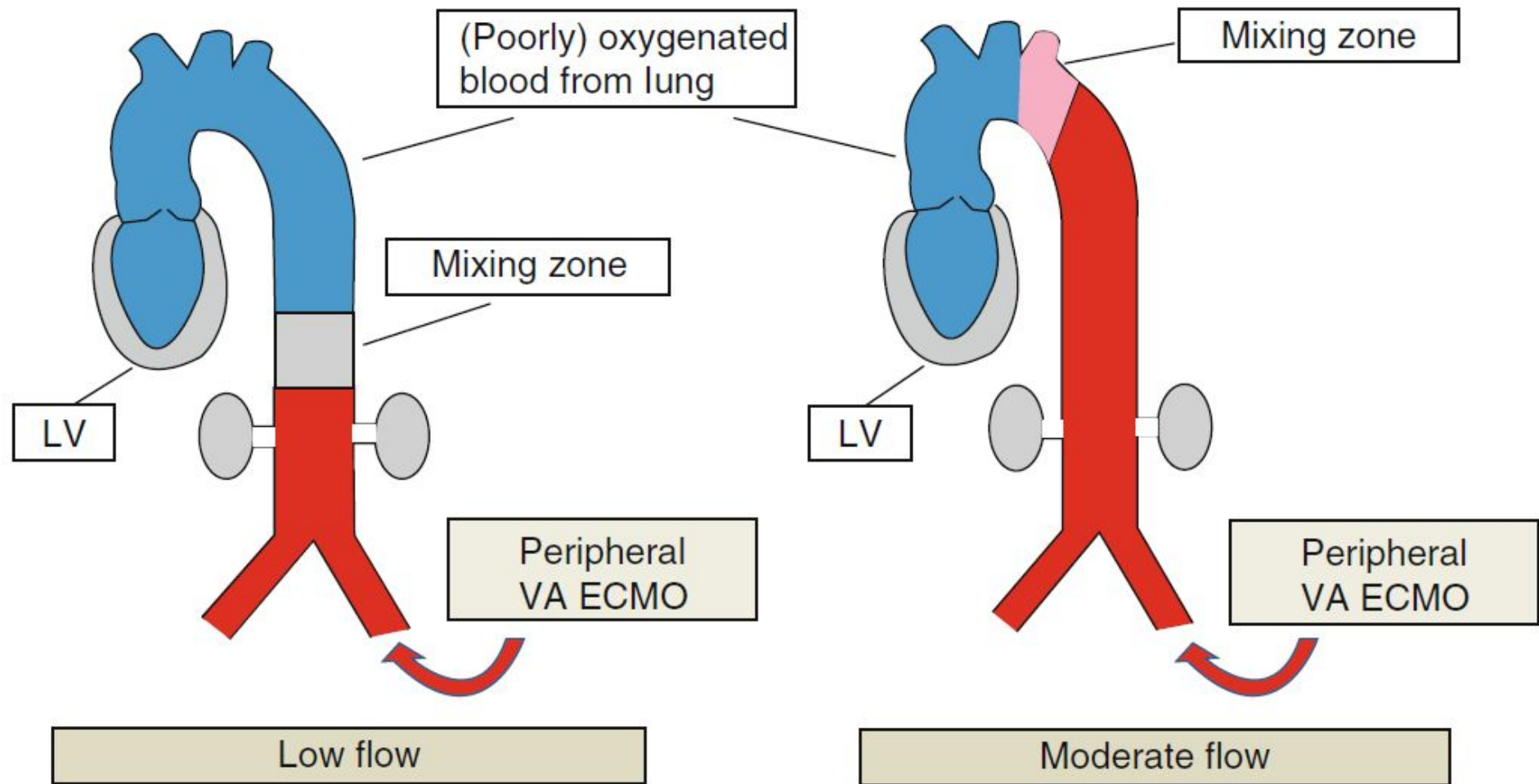
- ⦿ Смешанная венозная кровь далее оксигенируется в легких
- ⦿ Влияет степень шунта (при величине шунта более 0.7 только поток свыше 4 л/мин и адекватный размер дренирующей канюли способен обеспечить нормальную оксигенацию)
- ⦿ Экстримально протективная вентиляция способна временно ухудшать газообмен в легких и требовать усиления экстракорпоральной поддержки

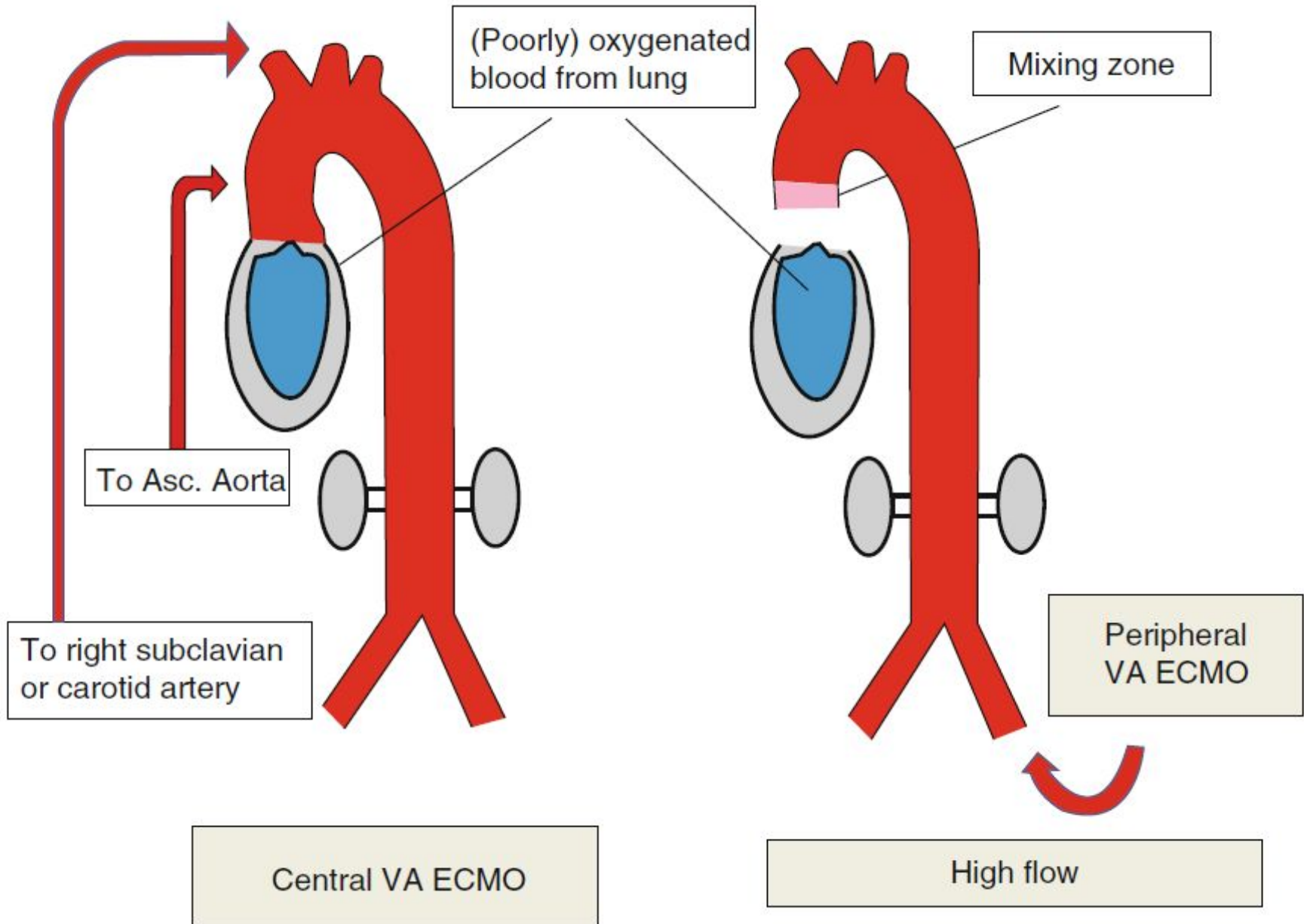




Газообмен при ВА ЭКМО

- Осуществляется по тем же принципам
- При компрометированных легких и резидуальном СВ – гипоксемия в проксимальных сосудистых бассейнах (коронарные, церебральные, верхние конечности)
- Выявляется при заборе крови из правой лучевой артерии
- Пути разрешения – ВВ контур, увеличение скорости потока (может ухудшить функцию легких), дренаж ЛЖ





Удаление CO₂

- ⦿ Редукция жестких параметров вентиляции
- ⦿ Борьба с динамической гиперинфляцией и гиперкапнией при обострении бронхообструктивных заболеваний
- ⦿ Мост к трансплантации легких

Удаление CO₂

- ⦿ Основная детерминанта – $P_{alv}CO_2$
- ⦿ Может осуществляться на низкой скорости насоса и высоком ПСГ
- ⦿ Важно сохранять респираторный драйв пациента, поэтому целесообразен умеренный ПСГ

**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ**