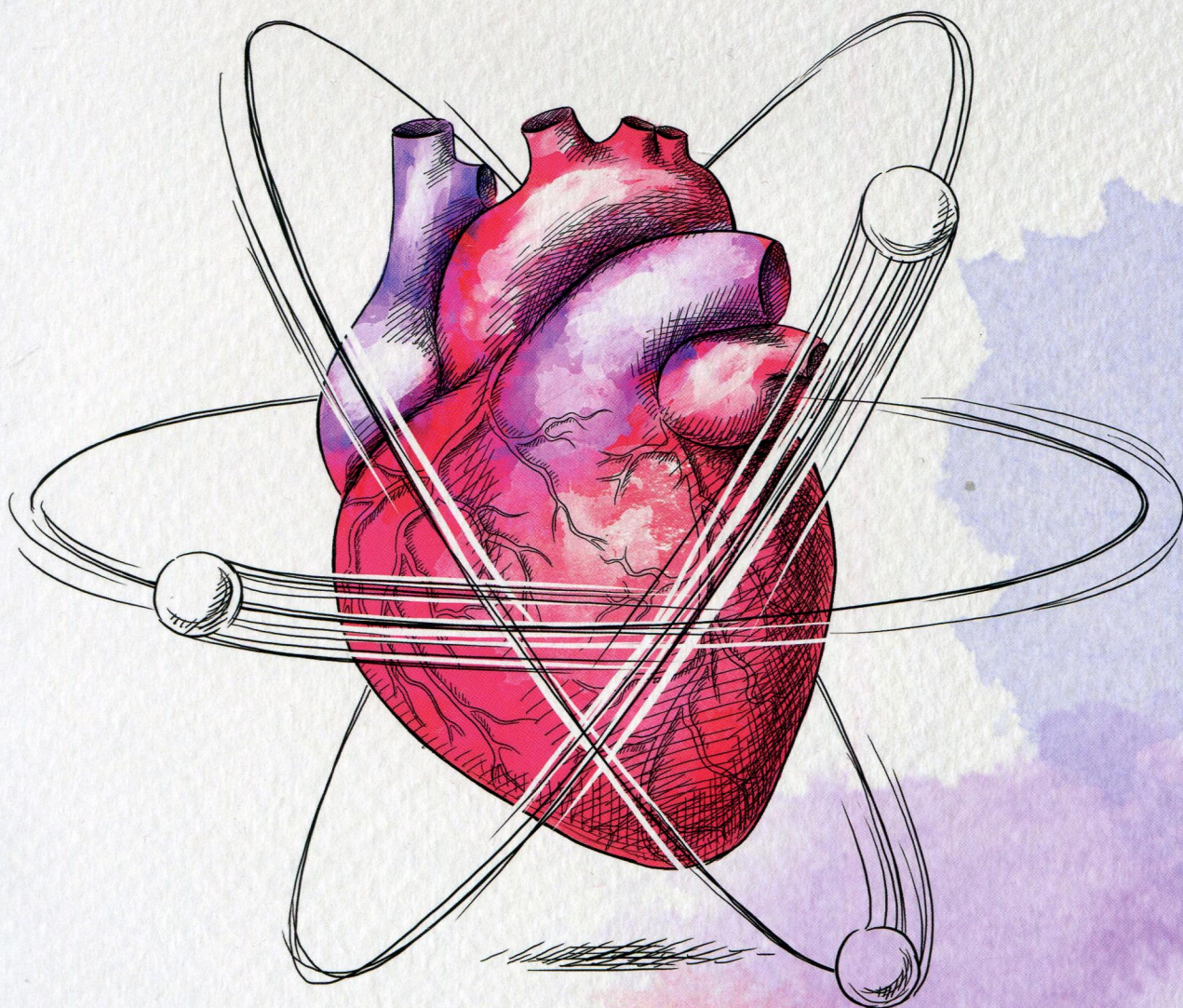


# ЯДЕРНАЯ КАРДИОЛОГИЯ

А. А. Аншелес, В. Б. Сергиенко  
Под редакцией проф. В. Б. Сергиенко



# ЯДЕРНАЯ КАРДИОЛОГИЯ

А.А. Аншелес, В.Б. Сергиенко  
под редакцией проф. В.Б. Сергиенко

МОСКВА, 2021

ISBN 978-5-93856-283-7

УДК 616-079.2

ББК 53.6

А 66



А.А. Аншелес, В.Б. Сергиенко. **Ядерная кардиология.**  
Издательство ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России.  
Москва: 2021. - 516 с.

Монография посвящена современным методам радионуклидной диагностики в кардиологии: сцинтиграфии, ОЭКТ, ПЭТ, гибридным методам.

© А.А. Аншелес, В.Б. Сергиенко, 2021

© ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений .....	7
От авторов .....	12
Глава 1. Становление отечественной ядерной кардиологии .....	16
Глава 2. Физические принципы радионуклидной диагностики .....	27
2.1 Диагностические изотопы, понятия эмиссии и облучения .....	28
2.2 Производство некоторых диагностических изотопов .....	31
2.3 Детекция излучения .....	34
2.3.1 Эксплуатационные параметры детектирующих систем .....	35
2.3.2 Виды взаимодействия излучения с веществом .....	42
2.3.3 Сцинтилляторы .....	48
2.3.4 Коллимация .....	53
2.3.5 Детекция излучения в ПЭТ .....	59
2.3.6 Усиление сигнала .....	62
2.4 Коррекция поглощения и рассеяния излучения .....	64
2.5 Контроль качества и обслуживание радиодиагностического оборудования .....	68
Глава 3. Методы радионуклидной диагностики в кардиологической практике .....	75
3.1 Статическая и динамическая планарная сцинтиграфия .....	75
3.2 Однофотонная эмиссионная компьютерная томография .....	77
3.3 Сцинтиграфия и ОЭКТ, синхронизированные с ЭКГ .....	79
3.4 Гибридная ОЭКТ/КТ .....	79
3.5 Динамическая ПЭТ и ОЭКТ .....	82
3.6 Обработка томографических исследований .....	85
3.6.1 Контроль качества .....	85
3.6.2 Реконструкция и реориентация изображений .....	88
Глава 4. Объекты исследования в ядерной кардиологии .....	93
4.1 Перфузия, ишемия и жизнеспособность миокарда .....	95
4.1.1 Определение терминов и клиническая значимость при исследовании различными методами .....	95
4.1.2 Клинические задачи радионуклидных методов оценки перфузии миокарда .....	100
4.1.3 Радиофармпрепараты для перфузионных радионуклидных исследований .....	103
4.1.3.1 РФП для перфузионной сцинтиграфии и ОЭКТ .....	104
4.1.3.2 РФП для перфузионной ПЭТ .....	108
4.2 Сократительная функция миокарда .....	110
4.3 Метаболизм миокарда .....	113
4.4 Радионуклидная оценка жизнеспособности миокарда .....	115
4.5 Нейротропные радионуклидные методы в визуализации симпатической активности миокарда и опухолей хромаффинной ткани .....	117
4.5.1 Нервная регуляция сердечной деятельности .....	117
4.5.2 Радиофармпрепараты для нейротропных радионуклидных методов .....	119
4.5.3 Клинические задачи нейротропных методов .....	119
4.5.4 Мета-йод-бензилгуанидин в оценке состояния симпатической иннервации миокарда .....	123
4.6 Острое повреждение и репарация миокарда .....	125

## ЯДЕРНАЯ КАРДИОЛОГИЯ

4.7 Исследования органов-мишеней.....	128
4.7.1 Перфузионная и вентиляционная сцинтиграфия легких.....	128
4.7.2 Сцинтиграфия почек .....	129
4.7.3 Перфузионная ОЭКТ головного мозга.....	131
Глава 5. Протоколы выполнения и интерпретация радионуклидных исследований сердечно-сосудистой системы.....	132
5.1 Перфузионная ОЭКТ и ОЭКТ/КТ миокарда.....	132
5.1.1 Нагрузочные пробы в ядерной кардиологии.....	132
5.1.1.1 Проба с физической нагрузкой .....	133
5.1.1.2 Фармакологические пробы .....	156
5.1.2 Протоколы введения РФП и временные интервалы исследования .....	166
5.1.3 Протокол сбора данных .....	169
5.1.4 Обработка перфузионных ОЭКТ/КТ-изображений. Влияние КТ-коррекции на визуальную оценку и количественные параметры... ..	172
5.1.4.1 Базы нормы .....	173
5.1.4.2 Оконтуривание ЛЖ .....	174
5.1.4.3 Оконтуривание ПЖ .....	179
5.1.4.4 Визуальная оценка и анализ серий срезов и полярных карт ОЭКТ миокарда .....	180
5.1.4.5 КТ-коррекция поглощения излучения при визуальной оценке данных перфузионной ОЭКТ миокарда.....	181
5.1.4.6 Параметры перфузионной ОЭКТ/КТ миокарда ЛЖ.....	187
5.1.4.7 Параметры перфузионной ОЭКТ/КТ миокарда ПЖ.....	195
5.1.4.8 Параметры синхронизированной ОЭКТ миокарда.....	197
5.1.5 Интерпретация результатов перфузионной ОЭКТ и синхронизированной ОЭКТ миокарда.....	206
5.1.5.1 “Дефект” перфузии перегородочной локализации .....	207
5.1.5.2 “Дефект” перфузии апикальной локализации .....	207
5.1.5.3 Диффузная неравномерность перфузии миокарда.....	209
5.1.5.4 Совместный анализ перфузионных и синхронизированных ОЭКТ-изображений.....	214
5.1.6 Составление заключения .....	223
5.2 Нейротропная сцинтиграфия и ОЭКТ .....	224
5.2.1 Процедуры, выполняемые перед исследованием .....	224
5.2.2 Протокол исследования с <sup>123</sup> I-МИБГ для оценки симпатической иннервации миокарда .....	227
5.2.3 Вопросы стандартизации количественных параметров при интерпретации исследования миокарда с <sup>123</sup> I-МИБГ .....	228
5.2.4 Выполнение и интерпретация исследования с <sup>123</sup> I-МИБГ для выявления нейроэндокринных опухолей.....	235
5.3 Сцинтиграфия и ОЭКТ/КТ миокарда с <sup>99m</sup> Tc-пирофосфатом .....	238
5.4 Радионуклидная равновесная вентрикулография .....	242
5.5 Сцинтиграфия и ОЭКТ/КТ легких .....	245
5.5.1 Протоколы записи и обработки исследований.....	245
5.5.2 Интерпретация сцинтиграфических и ОЭКТ/КТ-исследований легких.....	248
Глава 6. Радионуклидная диагностика ишемической болезни сердца.....	258
6.1 Ишемическая и коронарная болезнь сердца: вопросы терминологии, эпидемиологии и патогенеза .....	258
6.2 Радионуклидная визуализация при атеросклерозе и дислипидемиях.....	263

6.3 Визуализация преходящей ишемии миокарда – краеугольный камень диагностики ИБС .....	270
6.3.1 Расцвет и кризис “ишемического” подхода.....	270
6.3.2 “Анатомический” и “функциональный” подходы .....	273
6.3.3 Возрождение “ишемического” подхода.....	276
6.3.4 Комплексный инструментальной подход к выбору тактики ведения и оценке прогноза у пациентов с стабильной ИБС .....	282
6.4 Варианты стабильных и преходящих нарушений перфузии при различных стадиях ИБС и результатах нагрузочных проб.....	286
6.4.1 Семиотика нарушений перфузии при ИБС.....	286
6.4.2 Перфузионная ОЭКТ миокарда у пациентов с предполагаемой или недавно установленной ИБС до выполнения коронарного вмешательства.....	290
6.4.3 Перфузионная ОЭКТ миокарда у пациентов с установленной ИБС при планировании тактики ведения и оценки эффективности терапии...306	
6.4.4 Перфузия миокарда у пациентов с многососудистым поражением КА	314
6.4.5 Ишемическая кардиомиопатия .....	326
6.5 Нарушения перфузии миокарда при ишемических состояниях без атеросклероза крупных КА.....	332
6.6 Острый коронарный синдром.....	341
Глава 7. Радионуклидная визуализация при некоронарогенной и коморбидной патологии сердечно-сосудистой системы .....	351
7.1 Артериальная гипертония .....	353
7.1.1 Исследования миокарда при артериальной гипертонии .....	354
7.1.2 Исследования головного мозга при артериальной гипертонии .....	357
7.1.3 Исследования почек при артериальной гипертонии.....	358
7.1.4 Радионуклидная визуализация при феохромоцитоме.....	360
7.2 Сахарный диабет .....	362
7.3 Первичные кардиомиопатии .....	367
7.3.1 Гипертрофическая кардиомиопатия.....	367
7.3.2 Дилатационная кардиомиопатия.....	373
7.3.3 Воспалительная кардиомиопатия.....	377
7.3.4 Кардиомиопатия такоцубо.....	377
7.4 Кардиотоксичность, индуцированная химиотерапией .....	380
7.5 Кардиомиопатии при некоторых системных заболеваниях .....	388
7.5.1 Амилоидоз.....	388
7.5.2 Саркоидоз .....	395
7.5.3 Ревматологические заболевания .....	401
7.6 Некоторые нарушения ритма и проводимости .....	406
7.6.1 Влияние нарушений ритма и проводимости сердца на результаты перфузионной С-ОЭКТ миокарда.....	406
7.6.2 Нейротропная скintiграфия при фибрилляции предсердий.....	409
7.6.3 Радионуклидные методы в оценке прогноза и профилактике жизнеугрожающих нарушений ритма при ХСН .....	410
7.7 Легочная гипертензия .....	414
7.7.1 Тромбоэмболическая легочная гипертензия.....	423
7.7.2 Идиопатическая легочная гипертензия .....	431
7.7.3 ЛГ при поражении левых отделов сердца.....	436
7.7.4 ЛГ при врожденных пороках сердца и системных заболеваниях .....	437

## ЯДЕРНАЯ КАРДИОЛОГИЯ

Приложения .....	440
Приложение 1. Радионуклидные методы в рекомендациях Европейского общества кардиологов (ESC).....	440
Рекомендации ESC по диагностике и ведению пациентов с хроническими коронарными синдромами (2019).....	441
Рекомендации ESC/EACTS по реваскуляризации миокарда (2018).....	446
Рекомендации ESC по ведению пациентов с диабетом и ССЗ (2019).....	449
Четвертое универсальное определение инфаркта миокарда (2018).....	451
Рекомендации ESC по ведению пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (2017) .....	452
Рекомендации ESC по ведению пациентов с острым инфарктом миокарда без подъема сегмента ST (2015) .....	454
Рекомендации ESC по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности (2016).....	455
Рекомендации ESC/(ERS) по диагностике и лечению острой легочной эмболии (2019) .....	456
Рекомендации ESC/ERS по диагностике и лечению легочной гипертензии (2015).....	462
Рекомендации ESC по ведению пациентов с желудочковыми аритмиями и предотвращению внезапной сердечной смерти (2015).....	463
Рекомендации ESC/(ESVS) по диагностике и терапии заболеваний периферических артерий (2017) .....	463
Позиция ESC в отношении лечения рака и кардиотоксичности (2016).....	465
Рекомендации ESC/ESA по внесердечной хирургии: оценка состояния сердечно-сосудистой системы (2014) .....	466
Рекомендации ESC по диагностике и ведению пациентов с заболеваниями перикарда (2015).....	467
Рекомендации ESC по ведению пациентов с инфекционным эндокардитом (2015) .....	467
Рекомендации ESC по диагностике и лечению гипертрофической кардиомиопатии (2014) .....	469
Рекомендации ESC по диагностике и лечению заболеваний аорты (2014).....	469
Другие рекомендации ESC .....	470
Приложение 2. Крупные кардиологические исследования с использованием методов радионуклидной диагностики.....	472
Приложение 3. Перечень патентов и диссертаций, выполненных в отделе радионуклидной диагностики и ПЭТ ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ.....	477
Список литературы .....	486