

Рецензенты:

доктор мед. наук, профессор *Г.А. Макарова,*

доктор мед. наук, профессор *М.Д. Дидур*

*Художник Александр Литвиненко*

Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е.

Л 22 Мониторинг частоты сердечных сокращений в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте. - М.: Спорт, 2018. - 240 с., ил.

ISBN 978-5-9500181-1-4

В теоретической части книги представлены сведения о влиянии физической нагрузки на сердечно-сосудистую систему, частоту сердечных сокращений (ЧСС) в покое и при физической нагрузке, а также о факторах, влияющих на ЧСС. Описаны регуляторные механизмы, позволяющие обеспечить адаптацию организма к изменяющимся условиям функционирования, и процессы энергетического обеспечения организма при выполнении мышечной деятельности. Тренерам, спортсменам, а также лицам, занимающимся оздоровительной физической культурой, и пациентам, в том числе кардиологического профиля, пользующимся мониторами частоты сердечных сокращений для наблюдения за деятельностью организма при физической нагрузке, предоставлена возможность выбора нагрузочных зон для повышения функциональных возможностей организма.

В практической части книги приведены примеры использования мониторов для регистрации ЧСС, проведения анализа и оценки полученных данных разными категориями пользователей. Продемонстрированы возможности использования полученных данных при планировании величины тренировочных и лечебных физических нагрузок, при проведении динамических наблюдений, для сравнения и оценки полученных данных. Показано, что применение мониторов ЧСС при выполнении физических нагрузок позволяет сделать тренировочный процесс или курс лечебной физкультуры отслеживаемыми, дозируемыми и безопасными, что в целом значительно повышает их эффективность.

ББК 58.75

© Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е.,  
2018

© Издательство «Спорт», издание,  
формление, 2018

ISBN 978-5-9500181-1-4

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	9
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	11
ГЛАВА 1. Частота сердечных сокращений в покое .....	13
1.1. Влияние разных факторов на частоту сердечных сокращений в покое.....	14
1.1.1. Возраст.....	14
1.1.2. Пол .....	14
1.1.3. Многолетняя тренировочная физическая нагрузка.....	14
1.1.4. Положение тела.....	15
1.1.5. Температура тела.....	16
1.1.6. Температура воздуха.....	16
1.1.7. Высота над уровнем моря.....	17
1.1.8. Дневная умственная и физическая нагрузка ....	17
1.1.9. Болезни.....	18
1.1.10. Другие факторы.....	19
ГЛАВА 2. Регуляция частоты сердечных сокращений.....	20
ГЛАВА 3. Влияние физической нагрузки на деятельность сердца.....	23
ГЛАВА 4. Влияние физической нагрузки на частоту сердечных сокращений .....	27
4.1. Непосредственное влияние физической нагрузки на ЧСС.....	27
4.1.1. Изменения ЧСС под воздействием разных видов физической нагрузки.....	28
4.1.1.1. Изменения ЧСС при однократной физической нагрузке.....	28
4.1.1.2. Изменения ЧСС при непрерывно повышающейся физической нагрузке.....	32
4.1.1.3. Изменение ЧСС при ациклической физической нагрузке.....	34
4.2. Влияние многолетней физической нагрузки на ЧСС .....	35

4.3. Максимальная частота сердечных сокращений при физической нагрузке.....	37
4.4. Резерв частоты сердечных сокращений.....	39
4.5. Изменения ЧСС в восстановительном периоде ....	40
4.6. Влияние температуры и влажности воздуха на ЧСС при физической нагрузке.....	41
4.7. Влияние высоты над уровнем моря на ЧСС при физической нагрузке.....	43
4.8. Влияние других факторов на ЧСС при физической нагрузке.....	43
ГЛАВА 5. Энергетика мышечной деятельности.....	45
5.1. Анаэробная продукция энергии.....	45
5.1.1. Креатинфосфокиназный механизм воспроизводства АТФ.....	46
5.1.2. Гликолитический механизм воспроизводства АТФ.....	46
5.1.3. Миокиназный механизм воспроизводства АТФ.....	47
5.2. Аэробная продукция энергии.....	47
5.3. Энергопродукция при максимальном физическом напряжении разной продолжительности.....	49
5.4. Ресурсы энергетических субстратов в организме .....	51
ГЛАВА 6. Определение тренировочных зон частоты сердечных сокращений для спортсменов.....	53
6.1. Распределение на тренировочные зоны по максимальной ЧСС .....	54
6.2. Распределение на тренировочные зоны по значениям ЧСС на уровне порога анаэробного обмена .....	55
6.3. Распределение на тренировочные зоны на основании объективных и субъективных показателей .....	55
6.4. Распределение на тренировочные зоны у велосипедистов.....	56
6.5. Упрощенная система распределения на тренировочные зоны у велосипедистов.....	58

6.6. Комбинированная система распределения на тренировочные зоны .....	58
---	----

ГЛАВА 7. Тренировочные зоны частоты сердечных сокращений для лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой.....	65
--	----

7.1. Распределение на тренировочные зоны по методу Карвонена.....	65
7.2. Распределение на тренировочные зоны по модифицированному методу Карвонена.....	66
7.3. Стандартизированная система распределения на тренировочные зоны .....	67
7.4. Распределение на тренировочные зоны по характеру энергообмена .....	68
7.5. Комплексная система распределения на тренировочные зоны .....	70

ГЛАВА 8. Мониторы частоты сердечных сокращений и их функции.....	72
---	----

8.1. Принципы работы и составляющие компоненты мониторов частоты сердечных сокращений.....	72
8.1.1. Передающее устройство монитора.....	73
8.1.1.1. Аналоговое передающее устройство.....	73
8.1.1.2. Цифровое передающее устройство .....	74
8.1.1.3. Использование и обслуживание передающего устройства .....	74
8.1.2. Воспринимающее устройство монитора частоты сердечных сокращений .....	76
8.1.3. Системы регистрации частоты сердечных сокращений.....	80
8.2. Дополнительные функции мониторов частоты сердечных сокращений .....	82
8.2.1. Получение данных с помощью дополнительных датчиков .....	82
8.2.2. Показатели, рассчитываемые по значениям частоты сердечных сокращений .....	85
8.2.3. Дополнительные функции монитора, связанные с измерением времени.....	86

ГЛАВА 9. Программное обеспечение анализа зарегистрированных значений частоты сердечных сокращений .....	88
9.1. Запуск программы и введение данных нового пользователя .....	89
9.2. Общие настройки для эффективного пользования программой.....	100
9.3. Передача зарегистрированных данных с воспринимающего устройства в компьютер.....	101
9.4. Запись зарегистрированных данных в дневник тренировки.....	102
9.5. Проверка качества зарегистрированной кривой ЧСС.....	105
9.6. Дополнительные возможности анализа зарегистрированных данных с помощью программы.....	109
9.6.1. Отчеты для анализа собранной информации ....	109
9.6.2. Представление данных, полученных с помощью дополнительных датчиков.....	114
9.6.3. Сравнение данных мониторинга нескольких спортсменов, полученных при одновременной тренировке.....	115
ГЛАВА 10. Тесты, выполняемые с помощью мониторов частоты сердечных сокращений .....	119
10.1. Тест ходьбы на два километра.....	119
10.2. Определение максимального потребления кислорода.....	121
10.3. Тест Конкони (Conconi) для определения порога анаэробного обмена.....	123
ГЛАВА 11. Анализ значений частоты сердечных сокращений у спортсменов.....	130
11.1. Анализ значений ЧСС во время отдельного тренировочного занятия.....	131
11.1.1. Анализ кривой частоты сердечных сокращений.....	132
11.1.2. Статистическое распределение значений ЧСС .....	134
11.1.3. Распределение значений ЧСС по отношению к контрольному диапазону.....	135

<b>11.1.4. Представление цифровых значений ЧСС тренировочного занятия.....</b>	<b>136</b>
11.1.5. Определение варибельности сердечного ритма.....	137
11.1.6. Распределение значений ЧСС на тренировочные зоны .....	139
11.1.7. Дополнительные возможности анализа тренировочного занятия.....	142
11.1.7.1. Анализ ЧСС за дистанцию или ее отрезок.....	142
11.1.7.2. Сравнительный анализ нескольких тренировочных занятий .....	144
11.1.7.3. Длительный мониторинг ЧСС .....	147
11.1.8. Примеры анализа значений ЧСС у спортсменов.....	149
11.2. Анализ тренировочной нагрузки микроцикла .....	158
11.2.1. Характеристика тренировочного микроцикла .....	159
11.2.2. Анализ тренировочной нагрузки недельного микроцикла .....	160
11.2.2.1. Анализ тренировочной нагрузки недельного микроцикла по данным отдельных тренировок.....	160
11.2.2.2. Анализ суммарной тренировочной нагрузки недельного микроцикла по суммарным данным тренировок.....	162
11.3. Анализ тренировочной нагрузки мезоцикла ....	166
11.3.1. Характеристика тренировочных мезоциклов.....	166
11.3.2. Анализ тренировочного мезоцикла.....	167
11.3.2.1. Анализ тренировочной нагрузки мезоцикла по тренировочным данным за неделю ....	167
11.3.2.2. Анализ тренировочной нагрузки мезоцикла по тренировочным данным за месяц.....	169
11.4. Анализ тренировочной нагрузки макроцикла ....	172
11.4.1. Характеристика тренировочного макроцикла.....	172
11.4.2. Анализ тренировочной нагрузки макроцикла.....	173

11.4.2.1. Анализ тренировочной нагрузки макроцикла по тренировочным данным за неделю.....	173
11.4.2.2. Анализ тренировочной нагрузки макроцикла по тренировочным данным за месяц ....	175
11.4.3. Сравнительный анализ величины тренировочной нагрузки разных годовичных циклов....	177
11.4.3.1. Временной сравнительный анализ многолетних данных тренировочной нагрузки.....	177
11.4.3.2. Сравнительный анализ многолетней тренировочной нагрузки по величине нагрузочных пунктов.....	179
11.5. Особенности мониторинга частоты сердечных сокращений у спортсменов.....	180
ГЛАВА 12. Планирование спортивной тренировки.....	182
12.1. Планирование годовичного тренировочного цикла.....	183
12.2. Планирование тренировочных макро- и мезоциклов.....	189
12.3. Планирование тренировочного микроцикла ....	192
12.4. Планирование отдельного тренировочного занятия.....	195
ГЛАВА 13. Анализ значений частоты сердечных сокращений, зарегистрированных у спортсмена во время соревнований .....	196
ГЛАВА 14. Физическая нагрузка лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой.....	203
14.1. Мониторинг ЧСС у лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой .....	203
14.2. Оптимизация тренировочной нагрузки у лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой.....	210
14.3. Планирование тренировочной нагрузки .....	214
ГЛАВА 15. Мониторинг частоты сердечных сокращений у кардиологических больных при занятиях лечебной физической культурой.....	217
ЛИТЕРАТУРА	234

## ВВЕДЕНИЕ

Физические нагрузки используются разными пользователями для достижения своих конкретных целей. Для спортсмена целью тренировки является достижение высоких спортивных результатов, для лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой, целью может быть повышение функциональных возможностей организма и (или) регулирование (снижение или сохранение) веса тела, а для кардиологических больных целью лечебной физической культуры (ЛФК) является стремление восстановить функцию сердечно-сосудистой системы и повысить качество жизни. Для достижения поставленной цели физические нагрузки должны быть регулярными, оптимальными по структуре, направленности, величине и продолжительности, выполняться в течение длительного периода времени. Тренировочным процессом спортсменов руководит тренер, составляющий тренировочный план и следящий за его выполнением. Для лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой, тренировочный план помогают составить тренер или инструктор, а также он может составляться ими самостоятельно. Для кардиологических больных план лечебной физической культуры составляет врач-реабилитолог. Для эффективного ведения тренировочного процесса или курса лечения необходимо наличие обратной связи о том, какое воздействие и с какой степенью выраженности оказывает та или иная физическая нагрузка на организм занимающегося. Благодаря такой информации появляется возможность контролировать течение тренировочного или лечебного процесса, корригировать величину и интенсивность используемых нагрузок, а также следить за динамикой функционального состояния организма. Для получения обратной связи о влиянии физической нагрузки на организм необходимо использовать разные объективные и субъективные методы, регистрация которых методически корректна и не мешает процессу выполнения физической нагрузки. Использование значений частоты сердечных сокращений для

наблюдения за воздействием физических нагрузок на организм соответствует этим требованиям.

Простейшей методикой наблюдения является ручное (пальпаторное) определение частоты сердечных сокращений на лучевой или сонной артерии через каждые 5 минут выполнения физической нагрузки. На основании полученных данных составляется физиологическая кривая занятия, урока, тренировки, позволяющая провести анализ адаптации организма занимающегося к физической нагрузке. Недостатком метода является неточность измерения частоты сердечных сокращений при ручном определении, необходимость прерывать физическую деятельность каждые пять минут, а самым главным недостатком является тот факт, что полученные значения не фиксируются, строго говоря, во время выполнения физической нагрузки.

Развитие современной техники способствовало созданию аппаратуры, позволяющей регистрировать частоту сердечных сокращений во время выполнения физической нагрузки без помех и перерывов. Зарегистрированные значения частоты сердечных сокращений можно анализировать, определяя их среднее и максимальное значение, рассчитывая пульсовую стоимость нагрузки, фиксируя время выполнения нагрузок в разных нагрузочных зонах, рассчитывая величину энерготрат организма, определяя скорость восстановления, величину тренировочной (лечебной) нагрузки за отдельное занятие, неделю или месяц и т.д. По результатам анализа даются рекомендации пользователям по коррекции величины, интенсивности, частоты и продолжительности тренировок (занятий лечебной физической культурой), при необходимости дается направление к врачу специалисту и на дополнительные обследования.

Применение мониторов частоты сердечных сокращений позволяет повысить эффективность используемых физических нагрузок в тренировочном процессе или при проведении курса лечения, оптимизировать их дозирование, сделать процесс адаптации организма к нагрузкам отслеживаемым, управляемым, а также безопасным, способствуя предупреждению передозировок нагрузок и развитию перенапряжения организма.

Книга обращена к тренерам, спортсменам, врачам, пациентам, любителям спорта, носит как познавательный, так и прикладной характер, легко интегрируется в учебный процесс физкультурных и медицинских высших учебных заведений, показывает пути повышения эффективности тренировочного и лечебного процессов.