

22-6915

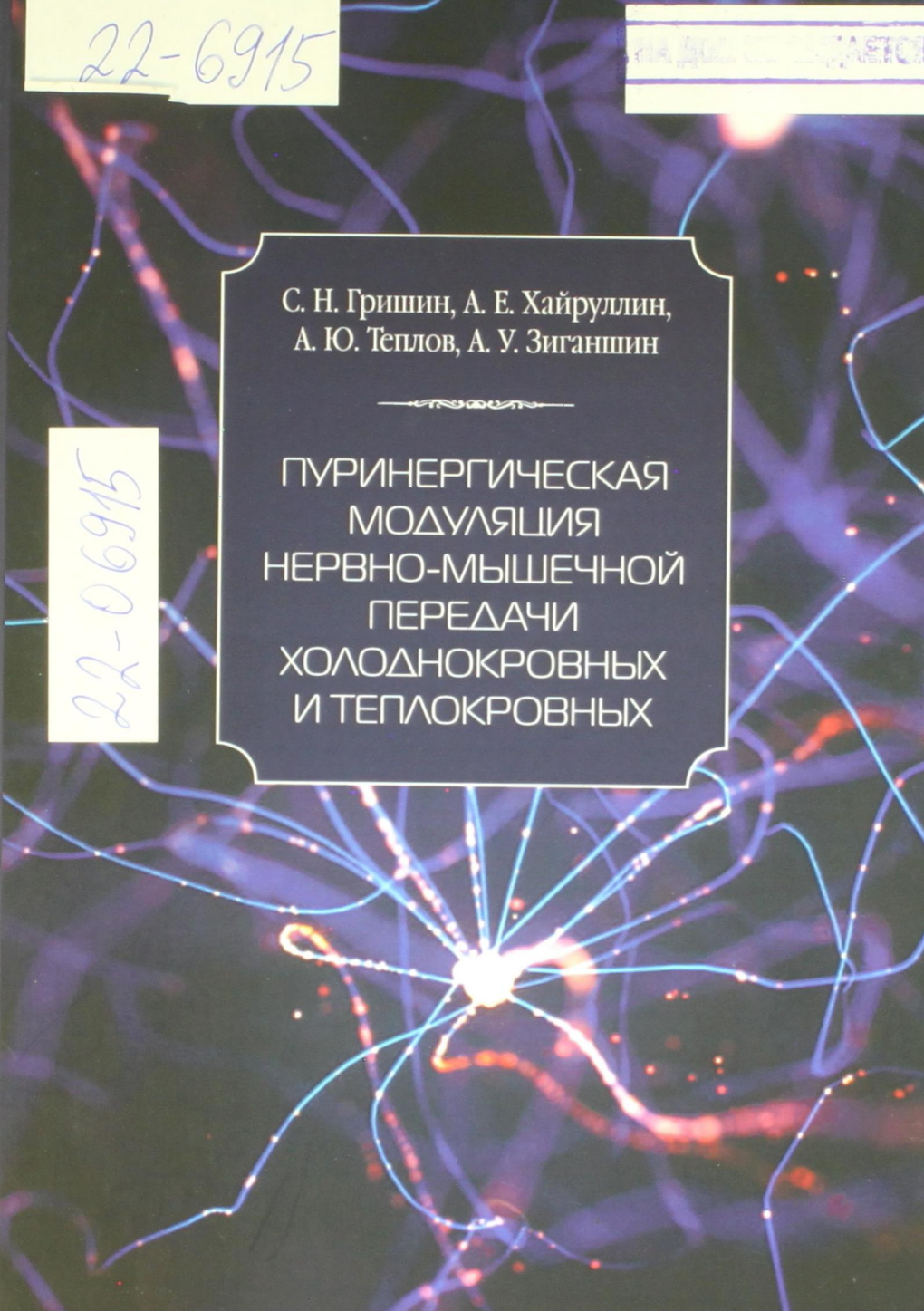
КАДРОВАЯ КОЛЛЕКЦИЯ

С. Н. Гришин, А. Е. Хайруллин,  
А. Ю. Теплов, А. У. Зиганшин



ПУРИНЕРГИЧЕСКАЯ  
МОДУЛЯЦИЯ  
НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ  
ПЕРЕДАЧИ  
ХОЛОДОКРОВНЫХ  
И ТЕПЛОКРОВНЫХ

22-06915



КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

С. Н. Гришин, А. Е. Хайруллин,  
А. Ю. Теплов, А. У. Зиганшин



ПУРИНЕРГИЧЕСКАЯ  
МОДУЛЯЦИЯ  
НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ  
ПЕРЕДАЧИ  
ХОЛОДОКРОВНЫХ  
И ТЕПЛОКРОВНЫХ



Нестор-История  
Москва • Санкт-Петербург  
2022

УДК 612  
ББК 28.673  
Г85



Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований,  
проект № 21-14-00017, не подлежит продаже

Рецензенты:

доктор медицинских наук, профессор, академик РАН *С. Б. Середенин*;  
доктор биологических наук *И. М. Вихлянцева*

**Г85 Гришин С. Н., Хайруллин А. Е., Теплов А. Ю., Зиганшин А. У.**  
Пуринергическая модуляция нервно-мышечной передачи холоднокровных и теплокровных: монография. — М. ; СПб. : Нестор-История, 2022. — 232 с.

ISBN 978-5-4469-1938-3

В монографии приводятся результаты исследований механизмов действия котрансмиттера основного медиатора ацетилхолина — АТФ и его метаболита — аденозина на синаптическую передачу и параметры мышечного сокращения имеющих разные условия функционирования «быстрых» и «медленных» мышц теплокровных, а также фазных мышц холоднокровных животных. Были решены задачи всестороннего исследования эффектов пуринов на некантовую секрецию, пре-/постсинаптические токи, а также характеристики сократительных ответвлений скелетных мышц крысы, мыши и озёрной лягушки. Описаны научные эксперименты, приведшие авторов данной книги к выявлению подтипа пресинаптического рецептора АТФ в мионевральном синапсе лягушки ( $P2Y_{12}$ ). Показаны результаты исследований по выявлению различий в пуринергическом синаптическом механизме, ответственных за специфику функционирования «быстрых» и «медленных» фазных мышц мышей и крыс. Книга будет полезна нейрофизиологам, специалистам по функционированию мышечных систем, широкому кругу ученых-биологов, фармакологам, студентам биологических и медицинских вузов.

УДК 612  
ББК 28.673

ISBN 978-5-4469-1938-3



9 785446 919383

© Коллектив авторов, 2022  
© Издательство «Нестор-История», 2022

# Содержание

Список сокращений .....	7
1. Введение .....	9
2. Пурины и их рецепторы .....	12
2.1. История изучения .....	12
2.2. Классификация пуринорецепторов .....	12
2.3. Аденозиновые рецепторы .....	13
2.4. P2-рецепторы .....	15
2.4.1. P2X-рецепторы.....	15
2.4.2. P2Y-рецепторы.....	18
2.5. Вовлечение P1- и P2-рецепторов в сокращение скелетных мышц .....	19
2.6. Пресинаптические эффекты пуринов .....	25
2.7. Аддитивность эффектов АТФ и аденозина .....	29
2.8. Возможные эффекторные внутриклеточные пути передачи сигнализации с аденозиновых и P2-рецепторов .....	30
3. Общая характеристика скелетных мышц .....	43
4. Функционирование двигательных единиц при различных температурах.....	49
5. Эксперименты с препаратами холоднокровных.....	57
5.1. Действие аденозина на функциональное состояние мышц холоднокровных .....	57
5.1.1. Действие аденозина на параметры сокращения портняжной мышцы лягушки.....	58
5.1.2. Действие аденозина на параметры миниатюрных токов концевой пластинки портняжной мышцы лягушки.....	61
5.1.3. Действие аденозина на параметры вызванных токов концевой пластинки портняжной мышцы лягушки.....	63
5.1.4. Действие аденозина на параметры периневрального тока .....	65
5.1.5. Влияние повышенной и пониженной концентрации Ca <sup>2+</sup> на эффект аденозина .....	68
5.1.6. Эффекты антагонистов аденозиновых рецепторов.....	69
5.1.7. Выявление участия вторичных посредников в эффекте аденозина.....	72

5.1.7.1. Определение типа ГТФ-белка, сопряженного с пресинаптическими аденозиновыми рецепторами .....	73
5.1.7.2. Роль фосфолипаз $A_2$ , $C$ и $D$ , аденилатциклазы и гуанилатциклазы в действии аденозина .....	75
5.1.7.3. Роль пероксида водорода, монооксидов азота и углерода в действии аденозина .....	83
5.1.8. Действие аденозина на калиевый ток .....	86
5.1.9. Влияние блокаторов калиевых ионных каналов на эффект аденозина .....	87
5.1.9.1. Влияние калиевых каналов А типа на эффект аденозина .....	88
5.1.9.2. Роль других типов калиевых каналов в эффектах аденозина .....	92
5.1.9.3. Влияние ионов бария на эффект аденозина .....	103
5.1.10. Зависимость эффекта аденозина от значения потенциала действия нервного окончания .....	103
5.1.11. Эффекты агонистов аденозиновых рецепторов .....	105
5.2. Действие АТФ на функциональное состояние мышц холоднокровных .....	111
5.2.1. Действие АТФ на параметры сокращения портняжной мышцы лягушки .....	111
5.2.2. Действие АТФ на параметры миниатюрных токов концевой пластинки портняжной мышцы лягушки .....	112
5.2.3. Действие АТФ на параметры вызванных токов концевой пластинки портняжной мышцы лягушки .....	113
5.2.4. Действие АТФ на параметры периневрального тока .....	113
5.2.5. Выявление подтипа пресинаптического P2-рецептора, задействованного в эффекте АТФ .....	116
5.2.5.1. Эффекты агонистов и антагонистов P2X-рецепторов .....	117
5.2.5.2. Выявление подтипа пресинаптического P2Y-рецептора, задействованного в эффекте АТФ .....	120
5.2.6. Исследование участия вторичных посредников в эффекте АТФ .....	124
5.2.6.1. Влияние ингибитора фосфолипазы $D$ на эффект АТФ .....	124
5.2.6.2. Влияние ингибитора PC-фосфолипазы $C$ на эффект АТФ .....	126

5.2.6.3. Влияние ингибитора PI-фосфолипазы C на эффект АТФ .....	126
5.2.6.4. Влияние ингибитора протеинкиназы C на эффект АТФ .....	128
5.2.6.5. Влияние ингибиторов фосфолипазы A <sub>2</sub> на эффект АТФ .....	131
5.2.6.6. Влияние ингибиторов циклооксигеназы на эффект АТФ .....	133
5.2.6.7. Влияние арахидоновой кислоты и простагландина E <sub>2</sub> на синаптические токи.....	137
5.2.6.8. Роль пероксида водорода, монооксидов азота и углерода в действии АТФ .....	139
5.2.6.9. Эффекты активатора протеинкиназы C.....	147
5.2.7. Действие АТФ на калиевый ток .....	148
5.2.8. Влияние блокаторов калиевых ионных каналов на эффект АТФ .....	148
5.2.8.1. Влияние калиевых каналов А типа на эффект АТФ .....	149
5.2.8.2. Влияние АТФ-чувствительных калиевых каналов на эффект АТФ .....	149
5.2.8.3. Роль других типов калиевых каналов в эффектах АТФ .....	150
5.2.8.4. Влияние ионов бария на эффект АТФ .....	152
5.2.9. Зависимость эффекта АТФ от значения потенциала действия нервного окончания.....	152
5.2.10. Влияние повышенной и пониженной концентрации Ca <sup>2+</sup> на эффект АТФ.....	153
6. Эксперименты с мускулатурой теплокровных .....	156
6.1. Действие аденозина на функциональное состояние мышц теплокровных .....	156
6.1.1. Действие аденозина на уровень некантовой секреции скелетной мышцы мыши .....	156
6.1.2. Действие аденозина на параметры миниатюрных потенциалов концевой пластинки скелетной мышцы мыши..	157
6.1.3. Действие аденозина на параметры сокращения скелетной мышцы мыши .....	158
6.1.3.1. Сокращения, вызванные электростимуляцией .....	158
6.1.3.2. Карбахолин-вызванные сокращения .....	159

6.1.4. Действие аденозина на параметры сокращения «быстрой» и «медленной» мышц крысы.....	160
6.1.4.1. Сокращения, вызванные электростимуляцией.....	160
6.1.4.2. Карбахолин-вызванные сокращения.....	161
6.2. Действие АТФ на функциональное состояние мышц тепловыводящих.....	162
6.2.1. Действие АТФ на уровень некантовой секреции диафрагмы мышцы.....	162
6.2.2. Выявление участия вторичных посредников в эффекте АТФ.....	164
6.2.3. Действие АТФ на параметры миниатюрных потенциалов концевой пластинки <i>m. EDL</i> и камбаловидной мышцы.....	166
4.2.4. Действие АТФ на параметры сокращения «быстрой», «смешанной» и «медленной» мышц.....	166
6.2.4.1. Сокращения, вызванные электростимуляцией.....	166
6.2.4.2. Вызванные СЭП сокращения при гипотермии.....	167
6.2.4.3. Карбахолин-вызванные сокращения.....	168
6.2.4.4. Карбахолин-вызванные сокращения при гипотермии.....	169
6.2.5. Действие АТФ на параметры сокращения «быстрой», «смешанной» и «медленной» мышц крысы.....	169
6.2.5.1. Сокращения, вызванные электростимуляцией.....	170
6.2.5.2. Вызванные СЭП сокращения при гипотермии.....	172
6.2.5.3. Карбахолин-вызванные сокращения.....	174
6.2.5.4. Карбахолин-вызванные сокращения при гипотермии.....	174
6.2.5.5. Расчет температурного коэффициента $Q_{10}$ .....	176
7. Заключение.....	179
Основные публикации авторов по теме.....	186
Литература.....	192