

**АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА  
КРЕАТИНФОСФОКИНАЗЫ В МОНИТОРИНГЕ  
ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА  
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ  
СПОРТСМЕНОВ**

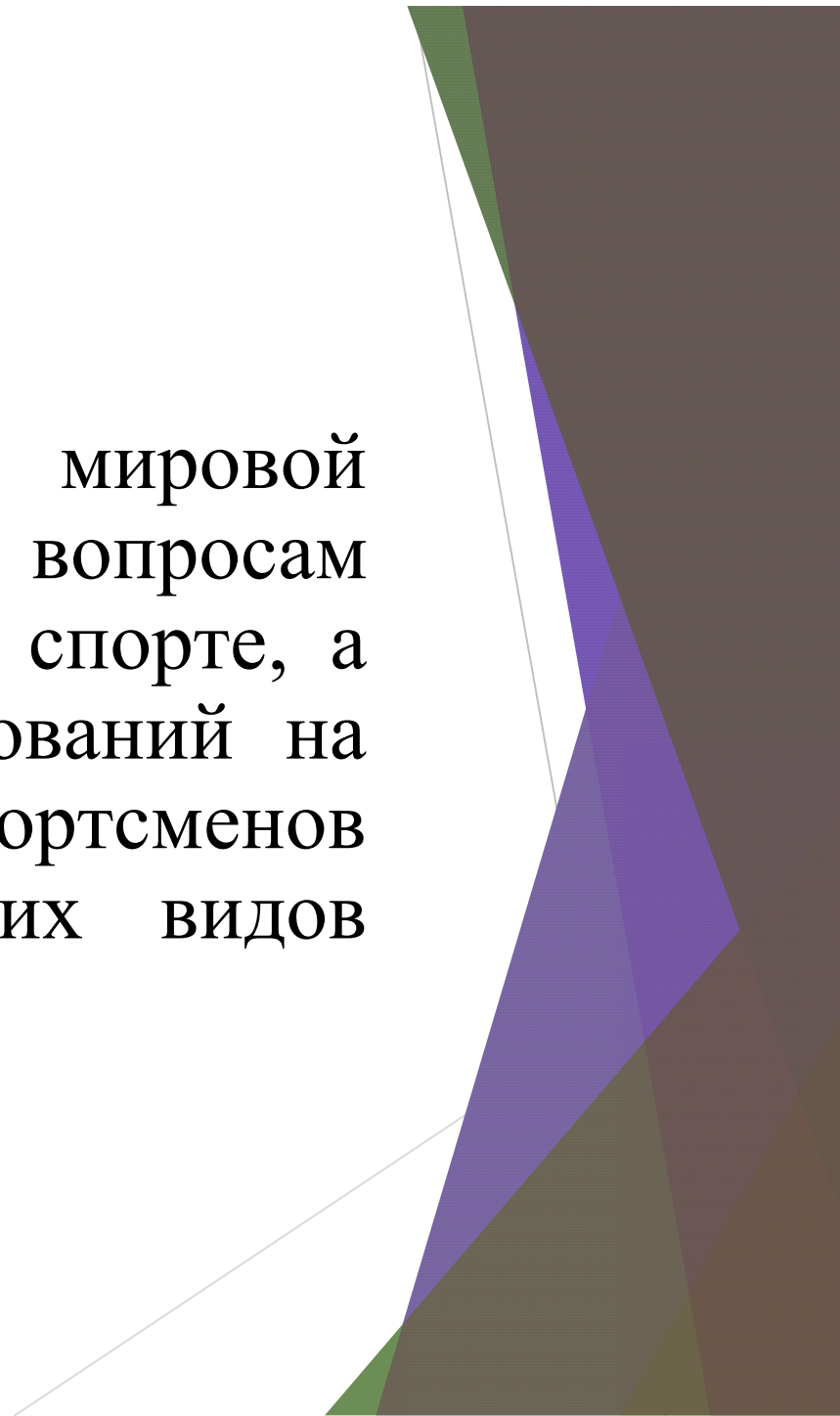
Рыбина И.Л., доктор биологических наук

*Белорусская федерация биатлона*

*Республиканский научно-практический центр спорта*

## **Цель исследования:**

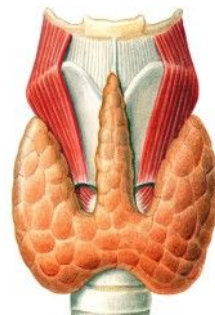
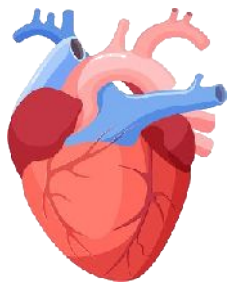
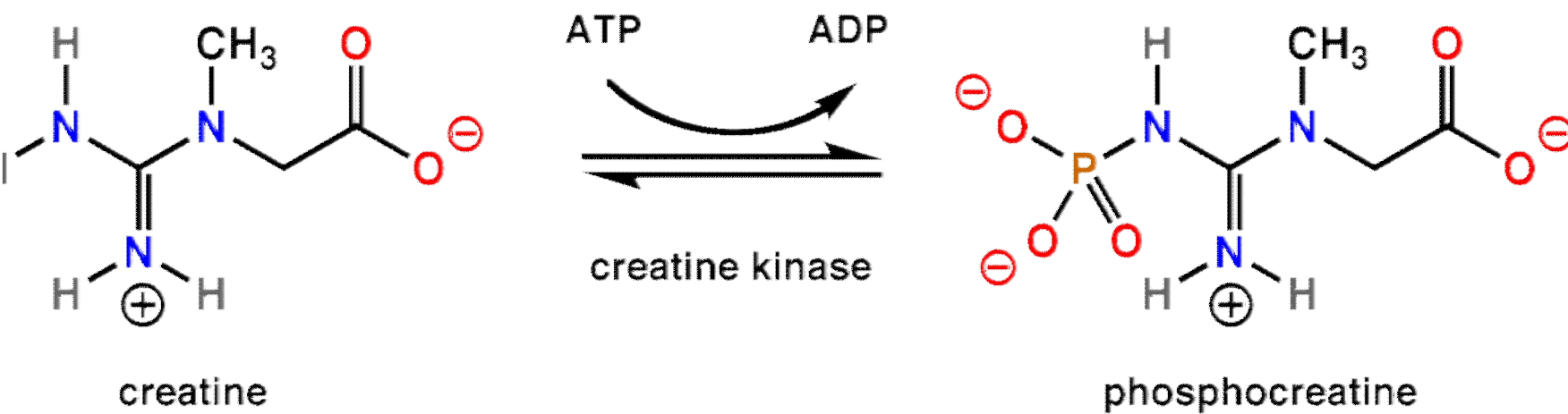
Обобщение имеющихся данных мировой специальной литературы по вопросам использования мониторинга КФК в спорте, а также данных собственных исследований на этапах многолетней подготовки спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта



## Контингент и методы исследования

- ▶ - анализ данных литературы;
- ▶ - биохимический мониторинг активности КФК на УТС в процессе многолетней подготовки спортсменов высокой квалификации (2004-2014гг, 311 спортсменов, МС и МСМК, 6950 исследований активности КФК);
- ▶ - генетические исследования;
- ▶ - оценка диагностической информативности фермента КФК при прогнозировании соревновательной деятельности.

**креатинкиназа** (креатинфосфокиназа) — фермент, катализирующий процесс образования из АТФ и креатина высокоэнергетического соединения креатинфосфата, который расходуется организмом при увеличенных физических нагрузках.



## Изоферменты (фракции) креатинкиназы:

**КК-МВ** - «сердечный» изофермент, изменяющийся при повреждении клеток миокарда (в норме в сыворотке крови около 2%);

**КК-ВВ** - мозговой изофермент, отражающий патологию клеток головного мозга (в норме в сыворотке крови не содержатся, так как не преодолевают ГЭБ, появляются при инсультах и тяжелых ЧМТ);

**КК-ММ** (мышечный изофермент, находящийся преимущественно в скелетных мышцах), 98% всей активности КФК.

# Факторы, влияющие на уровень КФК

Половая принадлежность (уровень КФК у мужчин в покое выше, чем у женщин, после физической нагрузки эти различия становятся более выраженными, что обусловлено положительным влиянием эстрогенов (Tiidus P.M., 2011))

Расовые различия (у представителей африканской расы уровень выше, чем у представителей белой расы) (Wong E.T., Cobb C., 1983)

Уровень мышечной массы;

Возраст;

Физические нагрузки;

Климатические условия (физические нагрузки в холодную погоду вызывают более высокое увеличение СК в сыворотке после стандартной тренировки по сравнению с тем же упражнением при более высоких температурах). (Makinen TM, 1998).

# КФК при патологических состояниях

- ▶ - инфаркт миокарда;
- ▶ - острый миокардит;
- ▶ - миопатии;
- ▶ - прогрессирующая мышечная дистрофия;
- ▶ - дерматомиозит;
- ▶ - некоторые заболевания головного мозга;
- ▶ - после обширных хирургических вмешательств;
- ▶ - **травмы скелетных мышц;**
- ▶ - рабдомиолиз;
- ▶ - **МИОЗИТ;**
- ▶ - эпилепсия;
- ▶ - гипотериоз.



# Факторы, влияющие на активность фермента КФК в спорте

- ▶ уровень подготовки спортсмена (у высоко тренированных спортсменов болезненность мышц, обусловленная явлениями повреждающего характера, не всегда ассоциируется с повышением активности КФК) (Gleeson, M., 2002.);
- ▶ группы мышц, участвующих в выполнении упражнения (в большей степени возрастание активности КФК после упражнений, вовлекающих мышцы верхней части тела, по сравнению с упражнениями для нижних конечностей (Chen, T. 2011, Jamurtas, A. Z., 2005, Machado, M., 2013, Saka, T., 2009));
- ▶ объем и направленность тренировочных нагрузок:
  - ▶ - интенсивность и продолжительность тренировочных нагрузок аэробного и смешанного характера (Nicholson G. A., 1985, Aspenes, S. T.);
  - ▶ - наиболее высокие цифры отмечены после марафонского и полумарафонского бега (Lippi, G., 2008), силовых упражнений и бега вниз с горы вследствие больших нагрузок уступающего характера (Brancaccio P., 2007);
  - ▶ - противоречивые данные о взаимосвязи между объемом силовой нагрузки, интервалами отдыха между сериями силовой работы и активностью КФК.



# Уровень сывороточной КФК как маркер ухудшения адаптационных процессов

## Проблемы:

- ▶ Большая межиндивидуальная вариация в активности сывороточной КФК, что затрудняет разработку надежных референтных значений для спортсменов.
- ▶ Кинетика фермента (активность этого фермента возрастает примерно на 100 % через 8 часов, а пиковые значения могут быть достигнуты в интервале от 24 до 96 часов в зависимости от вида упражнений и индивидуальных особенностей организма спортсменов) (Brancaccio P., 2008, Carmo F. C., 2011, Machado M., 2012).
- ▶ Влияние лекарственных препаратов.

# Влияние лекарственных средств

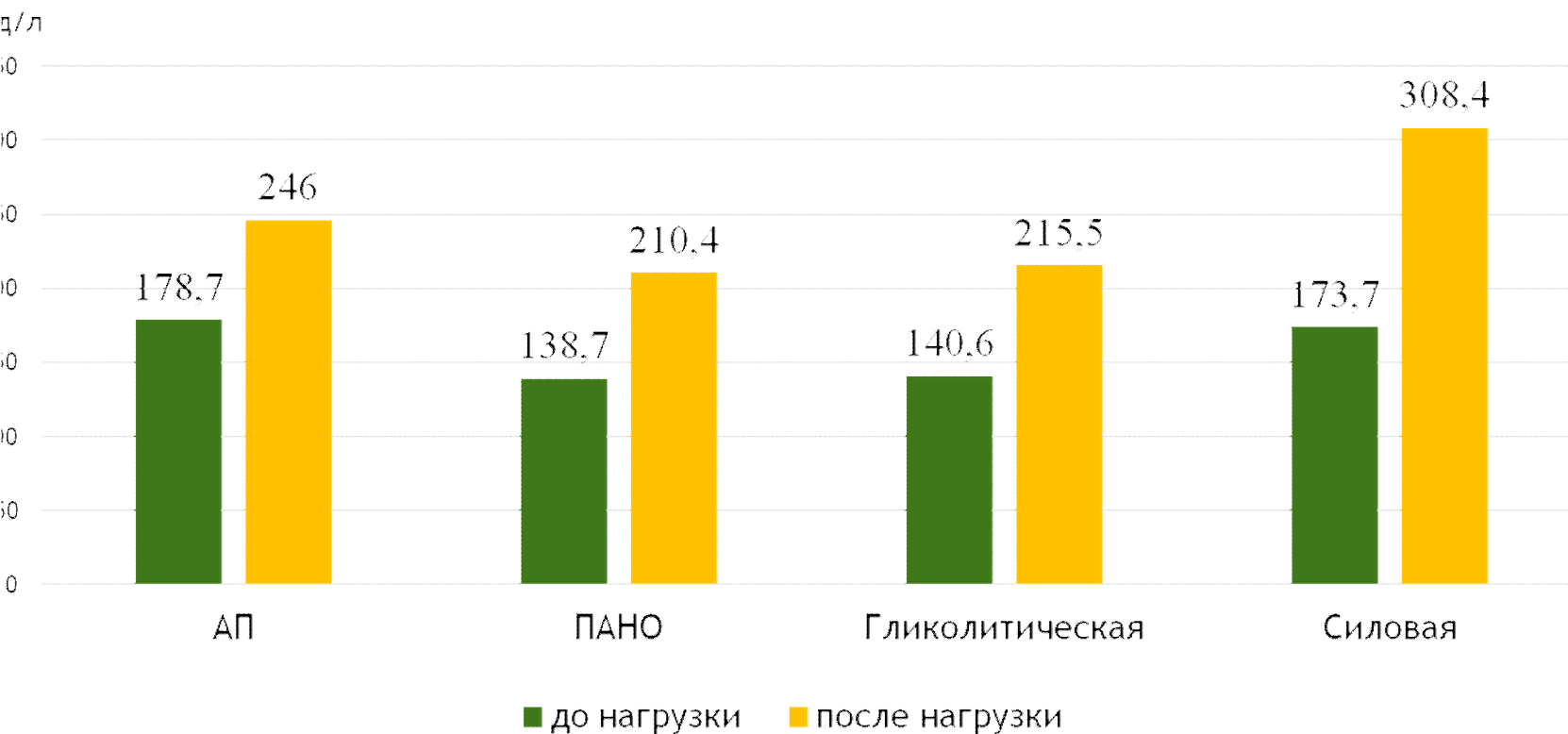
## Повышают КФК:

- ▶ Кортикостероиды, седативные и **антибактериальные препараты**, аминокaproновая кислота, амфотерицин, каптоприл, клиндамицин, **диклофенак**, кортикостероиды, лидокаин, стрептокиназа, карбеноксолон, карбромал, клофибрат, этанол, отравление барбитуратами, **в/м введение лекарственных препаратов** (Тиц Н.У., 1986)

## Снижают КФК:

- ▶ - прием аминокислот с разветвленной цепью компенсируют увеличения активности КФК под воздействием физических нагрузок (Coombes, J. S., 2000, Matsumoto, K., 2009, Sharp, C. P., 2010);
- ▶ - кратковременные охлаждающие процедуры с применением холодной воды (Ascensao A., 2011), контрастных процедур (Pournot, H., 2011), криотерапии (Banfi G., 2010), массажа и других восстановительных процедур.

# Сравнительный анализ динамики КФК под влиянием тренировочных нагрузок различной направленности у биатлонисток высокой квалификации ( n=180)

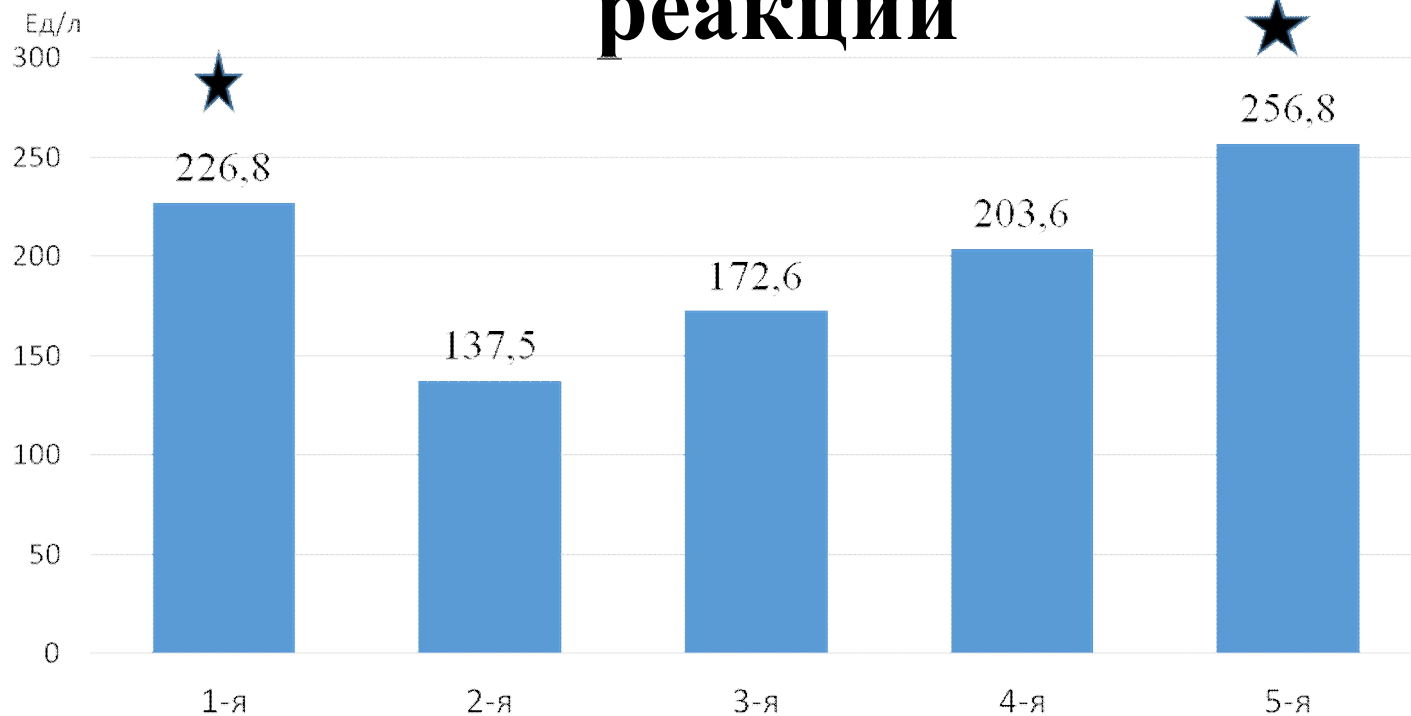


Результаты научных экспериментов подразумевает две основные причины повреждения мышц, индуцированные физической нагрузкой: механическое напряжение и метаболический стресс, обусловленный образованием продуктов метаболизма при тренировочных нагрузках.

## Активность КФК (ЕД/л) в сыворотке крови у спортсменов циклических видов спорта (n=311) в процессе долговременной адаптации (n=6950)

Вид спорта	Мужчины		Женщины	
	n	M±m	n	M±m
Триатлон	116	286,4±18,8*	617	202,9±6,98
Велоспорт	135	252,1±14,5*	85	181,1±8,63
Плавание академическая	1089	209,7±4,13*	233	134,5±3,96
Плавание на байдарках и каноэ	2938	312,5±5,28*	472	187,6±5,75
Лыжные гонки	112	288,7±17,4*	122	200,1±9,41
Плавание	581	276,7±11,8*	450	171,1±10,4

# Ассоциация активности КФК с типом неспецифических адаптационных реакций

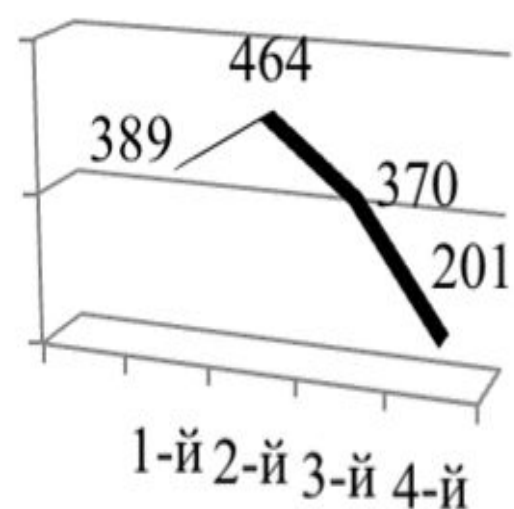


1 – реакция хронического стресса, 2 – реакция тренировки, 3 – реакция спокойной активации, 4 – реакция повышенной активации, 5 – реакция переактивации

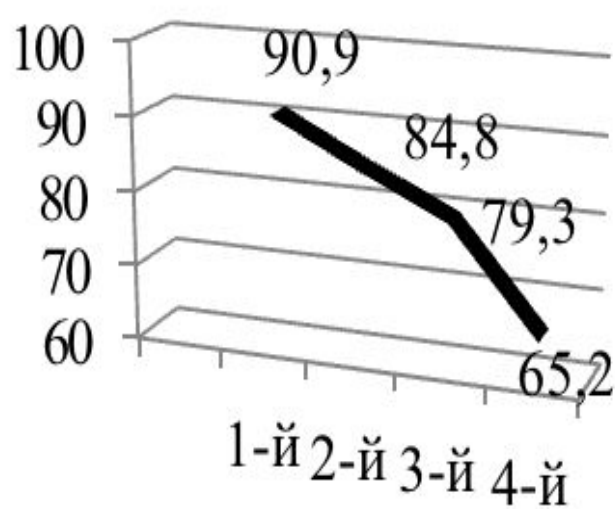
# Диагностическая информативность предела КФК на обще- и специально- подготовительном этапах подготовки

исследуемые показатели	ДЧ, %	ДС, %	ДЭ, %	(Щ+), %	(Щ-), %
обще-подготовительный этап					
К (до рузки)	84,6	87,5	85,7	91,7	77,8
специально-подготовительный этап					
К (до рузки)	77,1	94,4	83,0	96,4	68,0

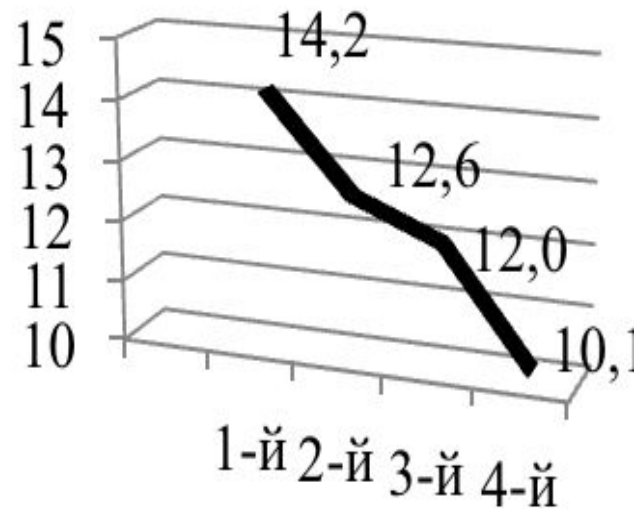
# Динамика показателей активности КФК и результатов соревновательной деятельности с 1-го по 4-й год подготовки спортсменки N в биатлоне



а)



б)



в)

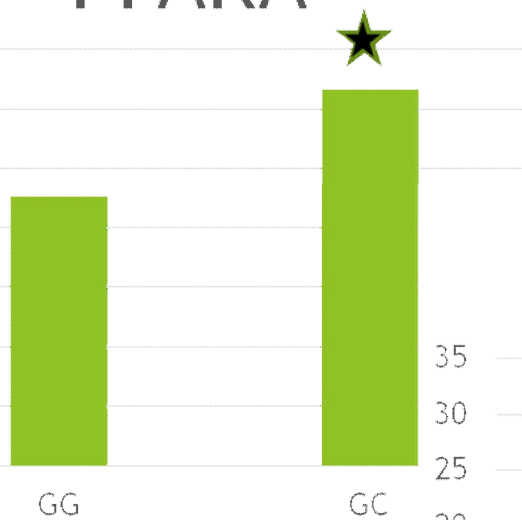
а) активность КФК, Ед/л;

б) частота случаев выхода активности КФК за пределы референтных границ, %;

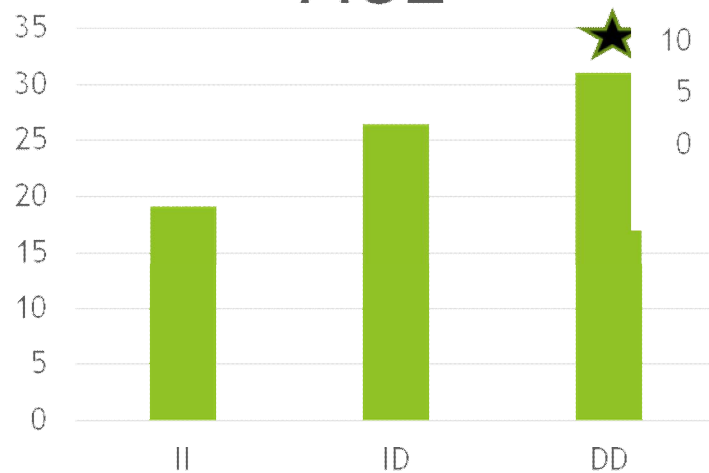
в) среднее отставание от лидеров по результатам сезона (сек на 1 км)

# Сравнительный анализ частоты встречаемости отклонений активности КФК у представителей различных генотипов

PPARA



ACE



ACTN3





**Практическая ценность мониторинга активности КФК в тренировочном процессе заключается в том, что используя динамику данного фермента под влиянием физических нагрузок, можно подобрать упражнения различного характера и интенсивности, не вызывающие негативных процессов в мышечной ткани.**

**Ключом успеха использования КФК в мониторинге тренировочного процесса – правильная интерпретация и учет всех факторов, влияющих на активность фермента.**

**БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!**

