

**Методические рекомендации по использованию оценки
антропометрических особенностей спортсменов-пловцов, влияющих на
биомеханические параметры плавания**

Москва 2013

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
1. Модельные антропометрические характеристики пловцов, специализирующихся в разных стилях и на разных дистанциях.....	5
2. Модельные композиционные и физиологические характеристики пловцов, специализирующихся в разных стилях и на разных дистанциях.....	12
3. Механизмы влияния антропометрических и композиционных особенностей пловцов на биомеханические параметры плавания.....	25
4. Методы оценки антропометрических и композиционных особенностей пловцов.....	29
Заключение.....	35

Введение

Спортивный результат в плавании зависит от особенностей телосложения, конституционального типа спортсмена, которые определяют его плавучесть, биомеханику плавания и гидродинамические качества. Эти связи более выражены, чем у спринтеров и стайеров в легкой атлетике. Широкий диапазон соревновательных дистанций в плавании (50–25000 м) значительно затрудняет экстраполяцию общих положений концепции индивидуализации на процессе подготовки и успешное выступление пловцов высокого класса на конкретных дистанциях.

С позиции антропометрии и морфологии стайеры отличаются от средневигов и спринтеров, иными словами, спринтеры, средневики и стайеры высокого класса должны обладать разными модельными характеристиками. Кроме того, на основании антропометрических исследований установлен морфологический портрет пловца, свидетельствующий о том, что между стилями и базовыми антропометрическими показателями имеются связи, различные по степени взаимовлияния. Так, наибольшая длина тела свойственна специалистам в кроле на спине, затем в комплексном плавании. По массе тела на первое место выходят пловцы стилей «брасс», затем «дельфин», представители комплексного плавания и плавания на спине. Самые длинные конечности обнаружены у «пловцов-спинистов», наиболее короткие – у пловцов комплексного плавания и стиля «брасс».

К важным антропометрическим и композиционным особенностям пловцов, определяемым с помощью углубленной антропометрии, калиперометрии, биоимпедансометрии, воздушной плетизмографии и иммуногистохимии, следует отнести длину тела, туловища, конечностей и стоп, вес тела, соотношение мышечной и жировой тканей, состав мышечных волокон, их поперечник и др.

Все эти показатели, изменяя угловые характеристики суставов и обуславливая аэробные и анаэробные возможности, влияют на биомеханические параметры плавания. Вместе с тем, обучение спортивной технике плавания должно происходить в соответствии с природными биологическими особенностями человека (слабыми и сильными сторонами).

Таким образом, применение информации о структуре тела пловца позволяет повысить эффективность спортивного отбора и ориентации, а также оптимизировать технику плавания.

1. Модельные антропометрические характеристики пловцов, специализирующихся в разных стилях и на разных дистанциях

С позиции антропометрии и морфологии стайеры отличаются от средневикиков и спринтеров, иными словами, спринтеры, средневики и стайеры высокого класса должны обладать разными модельными характеристиками. На основании антропометрических исследований установлен морфологический портрет пловца, свидетельствующий о том, что между стилями и базовыми антропометрическими показателями имеются связи, различные по степени взаимовлияния (Таблицы 1-13).

Так, наибольшая длина тела свойственна специалистам в кроле на спине, затем в комплексном плавании. По массе тела на первое место выходят пловцы стилей «басс», затем «дельфин», представители комплексного плавания и плавания на спине. Самые длинные конечности обнаружены у «пловцов-спинистов», наиболее короткие – у пловцов комплексного плавания и стиля «басс».

Таблица 1. Длина тела (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>
Плавание								
Вольный стиль, 100 м	40	180,2	5,1	2,8	30	169,1	4,8	2,8
Вольный стиль, 400 м	20	174,9	4,3	2,5	30	166,7	4,9	2,9
Вольный стиль, 800 м					30	165,1	4,2	2,6
Вольный стиль, 1500 м	20	174,0	5,9	3,4				
Дельфин	30	175,6	4,3	2,4	34	164,1	5,7	3,5
Басс	40	174,0	5,3	3,0	30	166,7	4,6	2,8
На спине	30	182,0	4,0	2,2	30	169,1	4,6	2,7
Комплексное	35	180,4	4,7	2,6	30	166,4	4,7	2,8

Таблица 2. Вес тела (кг) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	75,60	7,8	10,3	30	61,37	5,28	8,61
Вольный стиль, 400 м	20	67,50	5,6	8,3	30	58,05	5,50	9,47
Вольный стиль, 800 м				30		58,22	5,93	10,19
Вольный стиль, 1500 м	20	65,20	6,8	10,4				
Дельфин	30	72,40	4,2	5,8	34	59,14	5,99	10,13
Брасс	40	77,10	6,3	8,2	30	59,35	4,37	7,36
На спине	30	70,10	3,8	5,4	30	60,08	4,45	7,41
Комплексное	35	72,90	7,3	10,0	30	58,33	4,95	8,48

Таблица 3. Охват грудной клетки (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	99,7	5,7	5,7	30	91,5	3,3	3,6
Вольный стиль, 400 м	20	99,3	1,8	1,8	30	90,3	3,2	3,5
Вольный стиль, 800 м					30	90,3	3,9	4,3
Вольный стиль, 1500 м	30	97,1	2,4	0,4				
Дельфин	30	99,6	2,7	0,7	34	91,7	3,5	3,8
Брасс	40	97,2	2,3	2,4	30	89,7	3,0	3,4
На спине	30	99,1	3,2	3,2	30	90,7	4,1	4,5
Комплексное	35	99,8	2,4	2,4	30	92,7	3,9	4,3

Таблица 4. Площадь поверхности тела (m^2) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	1,96	0,11	5,6	30	1,71	0,09	5,39
Вольный стиль, 400 м	20	1,82	0,08	4,4	30	1,65	0,10	5,78
Вольный стиль, 800 м					30	1,63	0,09	5,43
Вольный стиль, 1500 м	20	1,80	0,11	6,1				
Дельфин	30	1,88	0,08	4,2	34	1,63	0,11	6,56
Брасс	40	1,91	0,09	4,7	30	1,66	0,09	5,47
На спине	30	1,92	0,06	3,1	30	1,69	0,08	4,92
Комплексное	35	1,93	0,08	4,1	30	1,65	0,09	5,26

Таблица 5. Поперечный среднегрудинный диаметр грудной клетки (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	29,4	1,7	5,8	30	27,1	1,2	4,6
Вольный стиль, 400 м	20	29,3	1,1	3,8	30	26,3	1,7	6,5
Вольный стиль, 800 м					30	26,8	1,3	4,8
Вольный стиль, 1500 м	20	28,8	1,3	4,5				
Дельфин	30	28,9	1,1	3,8	34	27,2	1,4	5,0
Брасс	40	28,8	1,2	4,0	30	26,2	1,2	4,7
На спине	30	29,1	1,3	4,5	30	26,6	1,1	4,0
Комплексное	35	29,9	1,6	5,4	30	26,5	1,5	5,7

Таблица 6. Саггитальный среднегрудинный диаметр грудной клетки (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	22,8	2,1	9,2	30	19,5	1,1	5,7
Вольный стиль, 400 м	20	22,6	2,2	9,7	30	18,7	1,0	5,1
Вольный стиль, 800 м					30	18,9	0,8	4,2
Вольный стиль, 1500 м	20	22,1	1,6	7,2				
Дельфин	30	23,2	1,9	8,2	34	19,1	1,2	6,2
Брасс	40	21,4	1,7	7,9	30	18,7	1,6	8,5
На спине	40	21,2	1,3	6,1	30	18,9	1,5	7,7
Комплексное	35	22,9	1,3	5,7	30	19,3	1,1	5,5

Таблица 7. Тазогребневый диаметр (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	25,3	1,3	5,1	30	26,7	1,5	5,6
Вольный стиль, 400 м	20	25,4	1,3	5,1	30	25,0	3,8	15,0
Вольный стиль, 800 м					30	26,3	1,5	5,6
Вольный стиль, 1500 м	20	24,6	0,8	3,1				
Дельфин	30	25,2	1,3	5,2	34	26,2	1,3	4,9
Брасс	40	25,8	1,3	5,0	30	26,4	1,4	5,1
На спине	30	25,4	1,3	5,1	30	26,6	1,3	4,7
Комплексное	35	25,3	1,2	4,7	30	24,6	5,1	20,7

Таблица 8. Обхват спокойного плеча (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	31,8	2,2	7,0	30	27,9	1,6	5,7
Вольный стиль, 400 м	20	31,3	1,1	3,5	30	27,6	1,7	6,3
Вольный стиль, 800 м					30	27,7	1,7	6,1
Вольный стиль, 1500 м	20	29,0	1,4	4,8				
Дельфин	30	32,2	2,0	6,2	34	28,4	2,1	7,5
Брасс	40	31,5	1,6	5,1	30	27,9	1,5	5,3
На спине	30	31,3	1,6	5,1	30	28,2	1,5	5,3
Комплексное	35	30,4	1,4	4,3	30	27,9	1,7	6,1

Таблица 9. Обхват напряженного плеча (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40				30	29,9	2,0	6,5
Вольный стиль, 400 м	20				30	29,4	1,6	5,4
Вольный стиль, 800 м					30	29,5	1,7	5,7
Вольный стиль, 1500 м								
Дельфин	30				34	30,6	2,2	7,1
Брасс	40				30	31,1	1,4	4,8
На спине	30				30	30,0	1,8	6,0
Комплексное	35				30	29,7	1,7	5,9

Таблица 10. Обхват предплечья (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	27,3	1,5	5,5	30	24,3	1,0	4,0
Вольный стиль, 400 м	20	27,7	0,9	3,1	30	24,1	1,2	5,1
Вольный стиль, 800 м					30	24,3	1,1	4,3
Вольный стиль, 1500 м	20	26,5	1,0	3,8				
Дельфин	30	28,0	1,1	3,9	34	24,4	1,2	4,9
Брасс	40	27,6	1,5	5,4	30	24,7	1,3	5,5
На спине	30	27,0	1,1	4,1	30	24,2	1,1	4,3
Комплексное	35	27,0	1,4	5,2	30	24,4	1,0	3,9

Таблица 11. Обхват бедра (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	57,1	4,2	7,4	30	54,8	2,8	5,1
Вольный стиль, 400 м	20	55,6	2,1	3,8	30	54,3	3,7	6,8
Вольный стиль, 800 м					30	54,2	3,5	6,4
Вольный стиль, 1500 м	20	53,2	2,2	4,1				
Дельфин	30	55,7	2,2	3,9	34	55,5	3,0	5,5
Брасс	40	56,8	2,6	4,6	30	55,8	3,1	5,5
На спине	30	50,8	3,2	6,3	30	55,4	2,9	5,2
Комплексное	35	52,6	3,0	5,7	30	54,0	3,8	7,1

Таблица 12. Обхват голени (см) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Вольный стиль, 100 м	40	38,3	1,9	4,9	30	34,1	2,0	5,9
Вольный стиль, 400 м	20	37,4	0,9	2,3	30	34,2	1,8	5,4
Вольный стиль, 800 м					30	34,4	2,0	5,9
Вольный стиль, 1500 м	20	38,0	1,2	3,2				
Дельфин	30	38,0	1,6	4,2	34	34,2	1,8	5,3
Брасс	40	37,9	1,6	4,2	30	34,5	1,9	5,4
На спине	30	37,5	1,4	3,6	30	34,8	1,7	4,9
Комплексное	35	37,1	1,3	2,7	30	34,2	1,7	4,9

Таблица 13. Антропометрические показатели пловцов-спринтеров

Пол	Рост, см	Размах рук, см	Площадь кисти, см ²	Длина стопы, см	Ростовесовой показатель, см ² /кг
Мужчины	191±2,5	199±5,8	244±11	29,4±1,0	444±20
Женщины	179±3,3	186±6,5	219±6	26,2±1,0	460±13

2. Модельные композиционные и физиологические характеристики пловцов, специализирующихся в разных стилях и на разных дистанциях

Спринтеры вольного стиля обладают более выраженной мышечной массой, стайеры – наименьшей (Таблицы 14-15). Кроме того, установлено преобладание быстрых мышечных волокон у спринтеров, и превалирование медленных мышечных волокон у стайеров, что обуславливает их способность к скорости преодоления дистанции и утомляемости. В таблицах 16-19 указаны показатели жировой и костной массы пловцов разных стилей.

Таблица 14. Абсолютная масса скелетных мышц (кг) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>
Вольный стиль, 100 м	40	40,5	4,1	10,1	30	28,2	2,6	9,1
Вольный стиль, 400 м	20	37,9	1,9	5,0	30	27,6	3,0	10,9
Вольный стиль, 800 м					30	26,9	2,9	10,8
Вольный стиль, 1500 м	20	35,4	1,7	4,8				
Дельфин	30	38,7	2,5	6,4	34	28,0	2,9	10,3
Брасс	40	38,7	3,4	8,8	30	29,2	3,7	12,7
На спине	30	37,3	2,8	7,5	30	28,6	2,6	9,1
Комплексное	35	37,9	2,8	7,4	30	27,8	3,0	10,9

Расходы энергии у человека при плавании примерно в 30 раз больше, чем у рыбы сходных размеров, и в 5–10 раз больше, чем при беге с той же скоростью. При очень низкой скорости плавания значительные различия в энергетических расходах у людей объясняются разной потопляющей силой (плавучестью) у них.

Таблица 15. Относительная масса скелетных мышц (%) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>
Плавание								
Вольный стиль, 100 м	40	53,5	4,4	8,2	30	46,0	2,8	6,1
Вольный стиль, 400 м	20	56,2	4,7	8,4	30	47,5	2,8	5,9
Вольный стиль, 800 м					30	46,3	2,4	5,2
Вольный стиль, 1500 м	20	54,3	4,9	9,0				
Дельфин	30	53,5	2,7	5,0	34	46,7	3,4	7,3
Брасс	40	50,2	4,4	8,8	30	49,2	4,9	9,9
На спине	30	53,2	4,3	8,1	30	47,6	2,5	5,2
Комплексное	35	51,9	5,1	9,8	30	47,0	4,4	9,4

Таблица 16. Абсолютная масса жировых тканей (кг) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>
Прыжки в длину	29	7,4	1,5	20,9	24	11,2	3,6	32,3
Прыжки в высоту	35	7,5	1,6	21,5	28	10,8	2,9	26,9
Прыжки с шестом	24	7,9	1,6	20,3				
Тройной прыжок	23	7,3	1,7	23,7				
Десятиборье	28	8,6	2,4	27,4				
Плавание								
Вольный стиль, 100 м	40	7,4	1,4	18,9	30	11,8	3,0	25,3
Вольный стиль, 400 м	20	6,7	0,8	11,2	30	11,6	2,5	21,6
Вольный стиль, 800 м					30	11,7	2,1	17,7
Вольный стиль, 1500 м	20	6,1	0,6	10,1				
Дельфин	30	7,5	1,3	17,3	34	11,7	2,5	21,0
Брасс	40	7,2	1,2	16,6	30	12,5	3,2	25,8
На спине	30	6,1	0,7	11,9	30	12,4	2,5	20,1
Комплексное	35	6,6	0,6	8,4	30	11,3	2,6	22,9

Таблица 17. Относительная масса жировых тканей (%) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>
Плавание								
Вольный стиль, 100 м	40	9,8	1,4	14,3	30	19,1	3,8	19,8
Вольный стиль, 400 м	20	9,9	0,6	6,4	30	19,8	3,5	17,4
Вольный стиль, 800 м					30	19,5	3,5	17,9
Вольный стиль, 1500 м	20	9,3	0,9	10,0				
Дельфин	30	10,4	1,3	12,5	34	19,9	2,5	12,7
Брасс	40	9,4	1,2	12,8	30	21,0	4,7	22,3
На спине	30	8,7	1,1	12,6	30	20,5	3,5	16,9
Комплексное	35	9,0	0,8	8,7	30	19,2	3,7	19,1

Таблица 18. Абсолютная масса скелета (кг) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>	<i>n</i>	\bar{x}	σ	<i>v</i>
Плавание								
Вольный стиль, 100 м	40	14,5	2,2	15,2	30	9,9	0,8	7,8
Вольный стиль, 400 м	20	13,0	1,7	13,1	30	9,3	0,9	9,2
Вольный стиль, 800 м					30	9,4	0,9	9,7
Вольный стиль, 1500 м	20	12,3	1,1	8,9				
Дельфин	30	13,6	1,6	11,8	34	9,2	0,9	9,6
Брасс	40	13,6	1,6	11,8	30	9,7	0,7	7,4
На спине	30	13,2	1,5	11,4	30	9,7	0,7	7,7
Комплексное	35	12,8	1,2	9,4	30	9,5	1,0	10,9

Таблица 19. Относительная масса скелета (%) высококвалифицированных пловцов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	n	\bar{x}	σ	v	n	\bar{x}	σ	v
Плавание								
Вольный стиль, 100 м	40	19,2	3,0	15,6	30	16,2	1,0	6,0
Вольный стиль, 400 м	20	19,2	2,9	15,1	30	16,1	1,1	7,0
Вольный стиль, 800 м					30	16,2	1,1	6,6
Вольный стиль, 1500 м	20	18,9	2,3	12,2				
Дельфин	30	18,7	1,8	9,6	34	15,6	1,2	7,6
Брасс	40	17,6	2,5	14,2	30	16,4	1,5	9,0
На спине	30	18,8	2,0	10,6	30	16,1	1,2	7,2
Комплексное	35	17,5	2,5	14,3	30	16,3	1,8	10,8

При плавании с одинаковой скоростью женщины расходуют меньше энергии, чем мужчины, главным образом потому, что у женщин больше плавучесть. С увеличением скорости плавания потребление кислорода возрастает при плавании кролем на груди экспоненциально (примерно пропорционально квадрату скорости), а при плавании брассом и баттерфляем - линейно, лишь несколько замедляясь при большой скорости. Такой характер зависимости между энергетическими расходами (потреблением кислорода) и скоростью плавания разными способами объясняется прежде всего особенностями изменения лобового сопротивления и механической эффективности. Энергетические расходы при плавании брассом и баттерфляем вдвое больше, чем при плавании кролем на груди.

Наибольшее потребление кислорода, которое может быть достигнуто при работе только руками или только ногами, составляет соответственно 70–80 и 80–90 % от наибольшего его потребления при полноценном плавании. Максимальная скорость плавания при работе руками меньше, чем при работе руками и ногами, что соответственно ведет к более низкому потреблению

кислорода. Однако при плавании кролем это различие крайне мало, что связано с высокой эффективностью гребков руками.

На дистанции 100 м (50–60 с) примерно 80 % энергии обеспечивается анаэробным путем (околомаксимальная анаэробная мощность). С увеличением дистанции возрастает аэробный компонент энергопродукции: на дистанции 400 м он превышает 50 % общей энергопродукции. На дистанциях 800 и 1500 м очень важную роль играют мощность и емкость кислородной системы организма пловца.

Скорость, начиная с которой содержание молочной кислоты в крови быстро увеличивается (анаэробный лактацидемический порог), соответствует примерно 80 % от МПК (максимального потребления кислорода). Тренированные пловцы способны работать на относительно высоком уровне потребления кислорода (60–70 % от МПК) без повышения содержания лактата в крови. При максимальной скорости плавания анаэробный гликолиз обеспечивает 50–60 % энергии. Максимальная концентрация лактата в крови у высококвалифицированных спортсменов достигает 18 ммоль/л.

Эффективность работы определяется как выраженное в процентах отношение полезной работы к расходуемой для ее выполнения энергии. В общих чертах эффективность плавания считается крайне низкой по сравнению с наземными локомоциями. Даже у высококвалифицированных пловцов она составляет 4–7 %. Для сравнения: механическая эффективность наземной работы - ходьбы, бега, работы на велоэргометре - 20–30 %. Отметим, однако, что при работе на ручном эргометре на «суше» эффективность также низкая - примерно 10 %. Наибольшая эффективность отмечается при плавании кролем - 6–7 % (максимум до 15 %), наименьшая - брассом (4–6 %).

У нетренированных (в плавании) людей МПК при плавании в среднем на 15–20 % ниже, чем в наземных условиях (например, при беге). Чем выше тренированность пловца, тем ближе его «плавательное» МПК (определяемое

при плавании) к абсолютному («наземному»). У высокотренированных пловцов «плавательное» МПК в среднем примерно лишь на 6–8 % ниже абсолютного, выявленного во время бега в «гору» на тредбане, и примерно равно МПК при работе на велоэргометре. У выдающихся пловцов МПК при плавании такое же, как и при беге, или даже немного выше.

Эти данные говорят о высокой специфичности плавательной тренировки, что связано с такими уникальными особенностями плавания, как горизонтальное положение тела в воде (в отличие от обычного вертикального положения при работе в наземных условиях), активация меньшей мышечной массы и преимущественная работа мышц рук и пояса верхних конечностей (в отличие от преобладающей работы мышц ног и туловища при наземных локомоциях).

Следовательно, МПК, измеряемое в наземных условиях, не может быть полноценно использовано для оценки аэробной работоспособности пловца, а его тренировка, направленная на увеличение максимальной аэробной мощности, должна быть в основном плавательной.

Во время плавания различными способами МПК достигается при неодинаковых скоростях: в бросе - при меньшей скорости, чем в других способах. При одинаковом способе плавания менее тренированные спортсмены достигают своего уровня МПК при более низких скоростях, чем более тренированные пловцы.

Выдающиеся пловцы, особенно стайеры, отличаются высоким МПК - в среднем 5,2 л/мин (4–6 л/мин) при плавании и 5,4 л/мин (4,7–6,4 л/мин) при беге на тредбане, т.е. разница составляет в среднем 5,6 %. Соответствующие показатели у женщин - 3,4 л/мин (2,9–3,7 л/мин) и 3,6 л/мин (3,4–4 л/мин). Относительное «беговое» МПК (на 1 кг веса тела) у мужчин составляет в среднем 68,6 мл/кг-мин (62,5–76,4), у женщин - 55,3 мл/кг-мин (47,8–61,2), что ниже, чем у представителей «земных» видов спорта, требующих проявления выносливости.

Большинство физиологических особенностей при плавании обусловлено реакцией организма на пребывание в воде (водную иммерсию), горизонтальное положение тела, давление окружающей среды на тело и преимущественную работу верхними конечностями.

Для пловцов характерна большая жизненная емкость легких (ЖЕЛ): у мужчин-пловцов высокого класса - 5–6,5 л, у женщин - 4–4,5 л, что в среднем на 10–20 % больше, чем у людей того же возраста и пола, не занимающихся плаванием. Сила дыхательных мышц и емкость легких у пловцов, определяемые количеством воздуха, выдыхаемого за первую секунду форсированного выдоха, также на 8–15 % больше обычных величин.

Давление воды и ее выталкивающая сила обуславливают определенные приспособительные особенности дыхания. Статические размеры легких при погружении тела в воду (без опускания головы) несколько уменьшаются. ЖЕЛ в воде снижается примерно на 8–10 %. Частично (около 3 %) это связано с увеличением объема крови в грудной клетке (т. е. центрального объема крови) и в некоторой мере (5–7 %) с напряжением дыхательной мускулатуры, противодействующей гидростатическому давлению воды. При плавании ЖЕЛ уменьшается также за счет горизонтального положения тела. Функциональная остаточная емкость становится лишь на 0,5–1,1 л больше остаточного объема.

В отличие от дыхания в воздушной среде в воде дыхательный объем увеличивается исключительно за счет использования резервного объема вдоха. Резервный объем выдоха уменьшается до 1 л (в условиях воздушной среды до 2,5 л). Уровень спокойного дыхания смещается в сторону остаточного объема, уменьшая функциональную остаточную емкость. В результате во время дыхания в воде состав альвеолярного воздуха изменяется очень значительно при каждом дыхательном цикле. Альвеолярная вентиляция при максимальном аэробном плавании (потребление кислорода на уровне МПК) выше, чем при максимальной аэробной работе на суше.

Сопротивление току воздуха в дыхательных путях при водной иммерсии в условиях покоя и во время активного плавания возрастает более чем на 50 % и требует увеличения активности дыхательных мышц. При плавании кролем дополнительное количество кислорода на каждый литр вдыхаемого воздуха достигает 1,3–2,8 мл.

Дыхание во время плавания синхронизируется с плавательными (гребковыми) циклами: длительность фазы вдоха уменьшается, а выдох удлиняется и обычно производится под водой (за исключением брасса и плавания на спине), т. е. против большего сопротивления, чем в воздушной среде, - дополнительно примерно на 50–100 мм вод. ст.

Во время плавания с субмаксимальным потреблением кислорода легочная вентиляция, дыхательный коэффициент, парциальное напряжение и процент насыщения артериальной крови кислородом связаны с потреблением кислорода примерно так же, как и при беге на тредбане или при работе на велоэргометре.

Легочная вентиляция и число гребков в минуту являются линейными функциями скорости плавания, хотя у разных людей имеются довольно значительные вариации в положении и наклоне линий связи между этими переменными. Дыхательный объем в 2–3 л отмечается при частоте гребков 42–73 в минуту. Максимальная легочная вентиляция варьирует от 118 л/мин у специализирующихся в кроле, брассе и баттерфляе до 159 л/мин у плавающих на спине. При плавании на спине частота дыхания доходит до 64 циклов в минуту (примерно два цикла приходится на полный гребковый цикл), а при других способах плавания - до 40.

Вентиляционный эквивалент кислорода при максимальном аэробном плавании ниже, чем при аналогичной наземной работе. Причины такой относительной гиповентиляции - особые механические условия: давление воды на грудную клетку, затрудняющее дыхательные экскурсии, зависимость дыхания от ритма плавания (частоты гребковых движений). При одинаковом

уровне потребления кислорода легочная вентиляция в плавании кролем обычно на 30% меньше, чем в беге или в плавании на спине. Средние величины легочной вентиляции при максимальном аэробном плавании также ниже, чем при максимальном аэробном беге (на уровне «земного» МПК). Частота дыхания в плавании ниже, чем в беге.

Несмотря на относительную гиповентиляцию, парциальное напряжение и содержание кислорода в артериальной крови при плавании примерно такие же, как и при наземной мышечной деятельности. Хотя альвеолярно-артериальный кислородный градиент при максимальном аэробном плавании ниже, чем при максимальном аэробном беге, насыщение артериальной крови кислородом составляет около 91 %, т. е. такое же.

Таким образом, легочная вентиляция даже во время максимального аэробного плавания достаточна, чтобы насытить артериальную кровь кислородом до такой же степени, что и во время бега. Следовательно, внешнее дыхание, как и на суше, не ограничивает МПК. Более низкое МПК при плавании, чем при наземной локомоции, не связано с относительно сниженной вентиляцией.

Особые требования предъявляются к сердечно-сосудистой системе организма. Сердечный выброс во время плавания увеличивается почти линейно с ростом потребления кислорода (скорости плавания), и при одинаковом субмаксимальном потреблении кислорода он примерно такой же, как и при беге или работе на велоэргометре.

Максимальный сердечный выброс у тренированных пловцов во время плавания такой же, как при беге, а у нетренированных пловцов может быть на 25 % ниже.

Частота сердечных сокращений во время плавания возрастает линейно с увеличением потребления кислорода (скорости плавания); она обычно несколько ниже, чем при беге или работе на велоэргометре с таким же уровнем потребления кислорода. Это необходимо учитывать, когда частота

сердечных сокращений (ЧСС) используется как показатель нагрузки. Снижение температуры воды уменьшает ЧСС, что компенсируется увеличением систолического объема.

Максимальная ЧСС при плавании также меньше, чем при беге, в среднем на 10–15 уд/мин. У мужчин она составляет в беге около 200 уд/мин, а в плавании - около 185 уд/мин, у женщин соответственно около 200 и 190 уд/мин.

Как и во время работы на суше, во время плавания с одинаковой относительной аэробной нагрузкой (с равным процентом МПК) ЧСС у тренированных и нетренированных пловцов в среднем одинакова.

Систолический объем растет при переходе от покоя к легкой работе и далее увеличивается с ростом мощности работы (скорости потребления кислорода). При относительно небольших аэробных нагрузках он достигает определенного уровня, а затем несмотря на увеличение нагрузки (скорости плавания), вплоть до максимальной, остается неизменным или лишь слегка увеличивается.

Горизонтальное положение тела создает благоприятные условия для усиленного венозного возврата и соответственно для большого заполнения сердца во время диастолы. Поэтому при одинаковом субмаксимальном уровне потребления кислорода систолический объем во время плавания больше, чем во время работы на велоэргометре, что соответственно ведет к снижению ЧСС во время плавания.

При максимальной аэробной нагрузке в плавании достигается наибольший для данного человека систолический объем. У тренированных пловцов он такой же, как и при беге, а у нетренированных ниже, чем при беге. Как и у представителей других видов спорта, требующих проявления выносливости, систолический объем у пловцов в значительной мере определяется объемом полостей сердца.

Среднее артериальное давление при субмаксимальной и максимальной нагрузках в плавании больше, чем в беге, обычно на 10–20 %. Это может быть результатом повышенного внешнего (гидростатического) давления на тело и увеличения периферического сосудистого сопротивления кровотоку из-за сужения кожных кровеносных сосудов вследствие низкой кожной температуры (26–28°). Определенную роль играет также количество участвующей в работе мышечной массы. Известно, что сокращение небольших групп мышц вызывает более высокий подъем кровяного давления, чем напряжение больших мышечных групп.

При вертикальном положении тела на суше перфузионное давление в сосудах работающих ног повышено за счет гидростатического давления столба крови. Поэтому перфузия крови при беге облегчена по сравнению с горизонтальным положением тела при плавании. Однако повышенное артериальное давление во время плавания может вызвать усиление перфузии крови через сосуды работающих мышц, создавая благоприятные условия для снабжения их кислородом.

В процессе плавательной тренировки происходит усиление окислительного потенциала быстрых волокон, так что рабочие мышцы почти не имеют быстрых гликолитических волокон и содержат практически только быстрые окислительные волокна. Наряду с высоким процентом медленных волокон и уровнем их окислительного потенциала преобразование быстрых волокон в быстрые окислительные создает большой аэробный потенциал для рабочих мышц пловца.

К этому следует добавить усиленную капилляризацию рабочих мышц, что наряду с повышением активности ферментов окислительного метаболизма, увеличением количества и размеров митохондрий, содержания миоглобина и другими локальными изменениями ведет к повышению аэробных возможностей этих мышц. Это находит свое отражение в повышении МПК и аэробной работоспособности (выносливости) пловца.

Температура воды обычно ниже температуры кожи. Вода обладает большой теплоемкостью и теплопроводностью, что в сочетании с конвекцией (движением воды вдоль тела) создает предпосылки для значительных тепловых потерь в воде. Если в условиях воздушной среды человек поддерживает тепловой баланс (постоянную температуру тела), несмотря на большие колебания температуры воздуха, то в условиях водной иммерсии для поддержания нормальной температуры тела без его теплоизоляции или усиления теплопродукции необходима температура воды около 33°C. Самая низкая температура воды, при которой в условиях полного покоя может поддерживаться тепловой баланс (критическая температура воды), варьирует от 22°C (для полных) до 32°C (для худых). Быстрая потеря тепла в воде особенно опасна для пловцов-стайеров и ныряльщиков, длительно находящихся в воде.

Средний поток тепла от кожи в воду определяется разностью между средней температурой кожи и температурой воды. В покое температура кожи на 1–2°C выше температуры воды, а при активном плавании эта разница менее 1°C. Тем не менее тепло так быстро отводится от поверхности тела в воду, что тепловые потери определяются (лимитируются) главным образом тканевой проводимостью, которая, в свою очередь, зависит от разности между температурой ядра и температурой кожи. При этом передача тепла не зависит от скорости плавания.

При температуре воды лишь на 2°C ниже нейтральной (33°C) быстро происходит сужение периферических (кожных и мышечных) сосудов, что увеличивает тканевую изоляцию: уменьшается проведение тепла от ядра тела к коже, т.е. снижаются потери тепла телом. Очень теплая вода обуславливает вазодилатацию и уменьшение тканевой изоляции (увеличение потери тепла). Тканевая изоляция прямо зависит от толщины подкожного жирового слоя. Изменения температуры ядра тела в воде обратно связаны с толщиной подкожного жирового слоя. Поэтому уменьшение проведения тепла за счет

снижения кожного кровотока особенно важно для худых людей. Важна также степень тренированности к таким условиям.

Во время плавания около 95% всей энергопродукции превращается в тепло. Как уже отмечалось, плавание увеличивает тканевое проведение тепла, что вызывает его отдачу телом, особенно в прохладной воде. При этом теплоотдача больше, чем теплопродукция. Соответственно в прохладной воде (ниже 25°C) тело охлаждается более быстро при активном плавании, чем при неподвижном положении.

Реакция кровообращения на движения в воде отражает конфликтные запросы к метаболизму (снабжение рабочих мышц кислородом), с одной стороны, и к нормальной терморегуляции, с другой. Ни одно из этих требований (особенно в холодной воде) полностью не удовлетворяется. Большие терморегуляторные нагрузки (охлаждение тела) ведут к снижению кровоснабжения мышц из-за усиления кожного кровотока.

Если в результате охлаждения температура ядра тела падает ниже 37°C, потребление кислорода повышается примерно на 0,5 л/мин при любой субмаксимальной скорости плавания. МПК уменьшается на 6–18 % по сравнению с МПК при нормальной температуре тела. Повышенное потребление кислорода при субмаксимальной скорости плавания и снижение МПК сильно уменьшают работоспособность (выносливость) пловца в условиях пониженной температуры воды.

При интенсивном и непродолжительном плавании в обычных бассейнах с оптимальной температурой воды тепловой баланс организма пловца практически не нарушается. Более того, создаются условия, при которых у пловца относительно меньшая часть сердечного выброса направляется в кожную сеть (как терморегуляторный механизм), чем у бегуна на длинную дистанцию в жарких условиях.

3. Механизмы влияния антропометрических и композиционных особенностей пловцов на биомеханические параметры плавания

Анатомическими и физиологическими особенностями человека в известной мере определяется способность плавания и его эффективность. При всех равных условиях преимуществом будет обладать пловец с большими габаритами тела и «рычагами» - рост, обхват груди, длина рук, ног. Особое значение имеет площадь гребущих поверхностей - кисть, и особенно стопа.

Для спортсменов-пловцов, как правило, характерно увеличение размеров стопы, поэтому размеры обуви у них могут быть на несколько размеров больше своих сверстников и не соответствовать пропорции с ростом. В то же время люди с большой поверхностью тела испытывают более значительное сопротивление воды, чем люди с меньшей поверхностью тела. Соответственно, у мужчин лобовое сопротивление в среднем больше, чем у женщин. Однако при учете размеров поверхности тела это различие между женщинами и мужчинами несущественно. На величину лобового сопротивления влияет положение (форма) тела в воде при разных стилях плавания и в различные фазы плавательного цикла.

В целом можно сказать, что эффективность плавательных движений в значительной степени определяется подвижностью в плечевых суставах, плечевом поясе, позвоночном столбе (его грудном и поясничном отделах), в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах.

Помимо подвижности в основных суставных группах, при овладении техникой плавания надо учитывать, что мышцы можно отнести к упруговязким телам. Наличие упругости у мышц создает возможность передачи энергии сокращения одних мышечных групп к другим. Например, для движений ног при плавании это свойство весьма существенно, так как непосредственным движителем является стопа и часть голени.

Анатомическое строение тела во многом предопределяет способность держаться на воде. Величина подъемной (выталкивающая) силы зависит, во-первых, от веса (объема) различных тканей тела (прежде всего мышц и жировой ткани) и их соотношения в теле данного человека; во-вторых, от степени погружения тела в воду, точнее, от веса (объема) частей тела, находящихся над и под поверхностью воды, и, в-третьих, от объема воздуха в легких. Вес тела в воде составляет лишь несколько килограммов.

У людей с большим количеством жира потопляющая сила (вес тела в воде) равна 0, так что они способны удерживаться на поверхности воды без каких-либо дополнительных усилий. Поскольку у женщин объем жировой ткани относительно больше, положение тела в воде у них обычно более высокое, чем у мужчин.

Именно поэтому при всех равных условиях женщинам легче держаться на воде и легче освоить навык плавания. Мужчинам, у которых костно-мышечная ткань плотнее, а жировых отложений меньше (опять же при равных усредненных показателях), приходится более активно действовать в воде, двигаться. Среди пловцов большую плавучесть имеют стайеры, тело которых занимает более горизонтальное положение (ближе к поверхности воды), так как они имеют большее жировое депо и более низкий удельный вес тела, чем спринтеры (соответственно 1,0729 и 1,0786).

Когда тело спокойно удерживается на воде, некоторые части тела находятся над водой и легкие лишь отчасти заполнены воздухом. Поэтому на тело действует потопляющая сила, которой должна противостоять мышечная активность, создающая противоположно направленную силу. О степени этой активности можно судить по величине потребления кислорода сверх уровня полного покоя. Чем больше потопляющая сила, тем сильнее должна быть мышечная работа для удержания тела у поверхности воды и тем выше потребление кислорода. У женщин эта сила колеблется в пределах 1,6–4,7 кг, у мужчин - 4,9–5,8 кг.

При одинаковой скорости плавания (одним и тем же способом) тренированный пловец расходует заметно меньше энергии, чем нетренированный. Эффективность плавания у нетренированного человека может быть в 8 раз меньше, чем у высококвалифицированного пловца. Индивидуальные колебания механической эффективности в плавании значительно больше, чем в таких видах наземной спортивной деятельности, как бег, ходьба, работа на велоэргометре.

Исключительно большие различия в потреблении кислорода не только между нетренированными и тренированными людьми, но даже между высокотренированными пловцами указывают прежде всего на сложность плавательной техники. Кроме того, большое значение, как уже отмечалось, имеют размеры и форма тела (определяющие лобовое сопротивление), положение тела в воде, размеры и подвижность «весел», создающих движущую силу.

В определенных пределах с увеличением скорости плавания, вплоть до оптимальной, эффективность нарастает. При дальнейшем увеличении скорости она падает. Оптимальная скорость зависит от способа плавания и техничности пловца. В диапазоне относительно небольших скоростей (0,4–1,2 м/с) для данного человека энергетическая стоимость проплыwania (кролем) 1 км постоянна, т. е. не зависит от скорости плавания. Пловцы с плохой техникой расходуют больше энергии на единицу дистанции при любой скорости.

Удельный вес девочек и мальчиков вплоть до периода полового созревания заметно не различается. Соответственно и энергетическая стоимость плавания (со скоростью 0,7 м/с) на единицу дистанции с учетом размеров тела у них одинакова. Примерно с 15 лет этот показатель значительно снижается у девушек и повышается у юношей. На сверхдлинных дистанциях оптимальное соотношение между лобовым сопротивлением и механической эффективностью у женщин более чем компенсирует их

сравнительно низкое МПК. Это объясняет определенное преимущество женщин перед мужчинами в плавании на сверхдлинные дистанции. Энергетическая стоимость проплывания 1 км дистанции составляет у нетренированных женщин 250–300 ккал, у нетренированных мужчин - 400–500 ккал, у спортсменок - 75–150 ккал, у спортсменов - 150–200 ккал.

Пловцы обычно весят больше, чем бегуны-стайеры. Поэтому относительное МПК у пловцов меньше, чем у хороших стайеров. Во время плавания вес тела слишком мал и в отличие от «наземных» локомоций не играет практически никакой роли как фактор нагрузки. Расход энергии при плавании не пропорционален весу тела, как при беге. Поэтому максимальные аэробные возможности у пловцов лучше оценивать по абсолютному МПК (л/мин).

Исключительно важную роль в плавании, как и в других видах спорта, играют функциональные возможности исполнительного мышечного аппарата. Особую роль играют мышцы рук и пояса верхних конечностей, а при брассе - и мышцы ног.

Исследования композиции мышц показали, что у пловцов более высокий процент медленных волокон, чем у спортсменов (соответственно 74,3 и 46 % в дельтовидной мышце и 52,7 % и 36,1 % в четырехглавой мышце бедра). Аналогичные данные были получены в исследованиях композиции мышц у спортсменок и нетренированных женщин. У пловцов-спринтеров быстрые волокна составляют 60–65 % всех волокон дельтовидной мышцы.

4. Методы оценки антропометрических и композиционных особенностей пловцов

Толщину кожно-жировых складок измеряют с помощью специальных приборов – калиперов, которые позволяют производить измерение при стандартном давлении. Стандартное давление (10 г/мм²) задается пружиной.

Вес тела определяется на специальных медицинских весах.

Антропометрические измерения с помощью антропометра, скользящих и штанговых циркулей, сантиметровой лентой производится с точностью до 1 мм; калиперометрические измерения необходимо выполнять с точностью до 0,2 – 0,5 мм; вес тела определяется с точностью до 50 г.

Измерение высоты анатомических точек над полом:

Верхушечная точка – наиболее высокая точка при стандартном положении головы, определяет длину тела. Исследователь стоит справа от измеряемого, держит антропометр в правой руке в области муфты строго вертикально и линейкой фиксирует верхушечную точку на темени.

Акромиальная, лучевая, шиловидная и пальцевая точка измеряются для определения длины руки и ее сегментов (плеча, предплечья и кисти), измерения проводятся при контроле неизменности спокойно опущенного распрямленного положения руки.

Акромиальная (плечевая) точка – наружная точка акромиального отростка лопатки. Антропометр устанавливается в сагиттальной плоскости, проходящей через измеряемую точку. Лучевая точка – соответствует верхнему краю головки лучевой кости, на дне лучевой ямки под наружным надмыщелком плечевой кости. Шиловидная точка – нижняя точка шиловидного отростка лучевой кости. Пальцевая точка – наиболее низкая точка дистальной фаланги третьего пальца кисти.

Измерение диаметров тела:

Акромиальный (плечевой) диаметр – расстояние между правой и левой акромиальными точками, определяет ширину плеч. Среднегрудинный поперечный диаметр грудной клетки – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими точками боковых поверхностей грудной клетки на уровне среднегрудинной точки. Переднезадний (сагиттальный) диаметр грудной клетки – измеряется в горизонтальной плоскости по сагиттальной оси на уровне среднегрудинной точки. Тазогребневый диаметр – наибольшее расстояние между двумя подвздошно-гребневыми точками. Поперечный диаметр дистального эпифиза плеча – наибольшее расстояние по горизонтали между наружным и внутренним надмыщелками плечевой кости, измеряется для определения костной массы. Ширина кисти – расстояние между головками 2-й и 5-й пястных костей. Длина стопы – расстояние между наиболее выдающейся кзади точкой пятки и самой дальней от нее точкой на конце первого или второго пальца. Плюсневая ширина стопы – расстояние между головками первой и пятой плюсневой кости.

Измерение обхватов

Обхват грудной клетки – лента проходит сзади под нижними углами лопаток, спереди у мужчин и детей – на уровне сосков, у женщин – по верхнему краю грудной железы. Обхват груди измеряется в трех состояниях: спокойном состоянии – паузе, глубоком вдохе, глубоком выдохе. Обхват талии – лента накладывается на 5-6 см выше подвздошных гребней. Обхват через ягодицы – лента проходит через наиболее выступающие области ягодиц. Обхват плеча в спокойном состоянии – в месте наибольшего развития мышц плеча. Рука свободно свисает. Обхват напряженного плеча – измерение выполняется при согнутом локтевом суставе с максимальным напряжением мышцы. Обхват предплечья – измеряется в месте наибольшего развития мышц. Обхват запястья – измеряется над дистальными мыщелками лучевой и локтевой костей предплечья. Обхват кисти – измеряется по дистальным мыщелкам пястных костей кисти. Обхват бедра – лента

накладывается на бедро под ягодичной складкой параллельно полу. Обхват голени – измеряется в месте наибольшего развития икроножной мышцы. Обхват лодыжки – измеряется над дистальными мышечками берцовых костей голени.

Измерение кожно-жировых складок.

Для характеристики степени жиротложения непрямым методом измеряют кожно-жировые складки различных участков тела и конечностей. В соответствии с требованиями антропометрии измеряемая кожно-жировая складка должна быть ориентирована определенным образом (вертикально, горизонтально или косо). Исследователь захватывает двумя пальцами левой руки участок кожи с жировым слоем (на конечности – 2-3см, на туловище – 3-5 см), слегка оттягивает и на образовавшуюся складку накладывает ножки калипера, фиксируя толщину складки. Складку необходимо измерять быстро и однократно, т.к. ее величина при длительном сжатии уменьшается. Набор складок может быть различен. В данном случае дается перечень кожно-жировых складок, используемых для определения жировой массы по схеме J.Matejka,1921, модифицированной в НИИ антропологии МГУ им. М.В.Ломоносова (Н.Ю.Лутовинова, М.И.Уткина, В.П. Чтецов, 1970) и внедренной в практику обследования спортсменов сборных команд страны с начала 80-ых годов одним из ведущих спортивных антропологов Э.Г.Мартиросовым.

Перечень кожно-жировых складок и способ их измерения:

На спине, под нижним углом лопатки – складка измеряется под правой лопаткой в косом направлении, сверху вниз, изнутри кнаружи. На задней поверхности плеча (на трицепсе) – складка измеряется при опущенной правой руке в верхней трети плеча в области трехглавой мышцы, ближе к ее внутреннему краю, вертикально. На передней поверхности плеча (на бицепсе) – складка измеряется при опущенной руке в верхней трети внутренней поверхности плеча в области двуглавой мышцы, ближе к ее

внутреннему краю вертикально. На передней поверхности предплечья – складка измеряется на внутренней поверхности предплечья, при согнутом локте, в наиболее широком месте вдоль предплечья. На тыльной поверхности кисти – складка измеряется на уровне головки 3-го пальца. На передней поверхности груди – складка измеряется под правой грудной мышцей, по передней подмышечной линии, косо, ориентировано в направлении от подмышечной впадины до грудного соска. На передней стенке живота – измеряется на уровне пупка на расстоянии 5 см, вертикально. На бедре – складка измеряется в положении сидя на стуле, ноги согнуты в коленных суставах под прямым углом, в верхней части бедра на переднелатеральной поверхности, параллельно ходу паховой складки. На голени – складка измеряется в положении сидя на стуле, ноги согнуты в коленных суставах под прямым углом, на заднелатеральной поверхности верхней части правой голени на уровне нижнего угла подколенной ямки, вертикально.

Биоимпедансный анализ

Импедансом (Z) называют полное электрическое сопротивление тканей. Эта величина имеет две компоненты: активное (R) и реактивное сопротивление (X). Активное, или омическое, сопротивление характеризует способность тканей к тепловому рассеянию электрического тока. Реактивное сопротивление характеризуется смещением фазы тока относительно напряжения за счёт ёмкостных свойств клеточных мембран, способных накапливать электрический заряд на своей поверхности. Этот процесс практически не связан с выделением мощности.

Области применения биоимпедансного анализа. Как в клинической медицине, так и в других прикладных областях возможности применения метода постоянно расширяются, неполный их список включает:

1. Анализ и динамический контроль жировой, безжировой и мышечной массы тела, общей воды организма, для оценки и прогноза развития

метаболического синдрома, определения режима питания и оценки эффективности процедур коррекции фигуры, а также для мониторинга состояния спортсменов.

2. Анализ и динамический контроль водных секторов организма - клеточной, внеклеточной и интерстициальной жидкостей, объёма циркулирующей крови и "сухого веса" при гемодиализе, инфузионно-трансфузионной терапии, при хирургических вмешательствах, связанных с большой потерей крови, при острых токсических отравлениях и т.д.

3. Оценка состояния водного обмена перед применением диуретических препаратов и контроль результатов их применения (например, при лечении гипертонии).

4. Оценка межрегионального перераспределения внеклеточной жидкости при физиотерапевтических воздействиях и в ходе нагрузочных проб (ортостатических, дыхательных и других).

5. Мониторинг процессов восстановления при травмах, ранениях и лечении заболеваний, связанных с отёками конечностей (например, при краш-синдроме).

6. Анализ внутричерепной гидратации.

Методические рекомендации по проведению биоимпедансного анализа [по материалам конференции Национального института здоровья США по биоимпедансометрии, 1996 г. (Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: NIH Technology Assessment Conference Statement, 1996), с дополнениями].

1. Предварительный этап: а) за неделю до обследования следует отказаться от приёма диуретиков; б) за двое суток - от употребления алкоголя, кофеина и других веществ, способствующих нарушению водного обмена; в) за 3-4 ч - воздержаться от физических нагрузок, а также от приёма воды и пищи; г) за 30 мин до обследования очистить мочевой пузырь.

2. Перед началом измерений обследуемому рекомендуется провести лёжа 7-10 мин на горизонтальной поверхности.

3. Во время измерений необходимо надёжно изолировать обследуемого от окружающих электропроводящих предметов. Биоимпедансный анализатор подсоединяют к конечностям тела при помощи специальных электродов. Перед этим соответствующие участки кожи необходимо протереть спиртом, а электроды покрыть тонким слоем геля-электролита, или пользоваться одноразовыми клеящимися электродами.

4. Электроды необходимо наложить точно в соответствии с инструкцией. Обычно применяется стандартная четырёхполярная схема наложения электродов - по два на правом голенистоле и на запястье. Положение электродов имеет критическое значение, смещение их на 1 см вдоль направления зондирующего тока приводит к 2%-ной ошибке измерения импеданса. На точность измерений влияют такие биологические факторы, как воспалительные заболевания. Величина импеданса зависит от температуры тела. Например, для мышечной ткани температурный коэффициент импеданса составляет около $2\%C^{-1}$ (Шван, Фостер, 1980; Уэбб, 1991).

5. Во время измерений обследуемый сохраняет неподвижное положение, руки и ноги разведены в стороны под углом $30-45^\circ$ к оси тела.

Заключение

С позиции антропометрии и морфологии стайеры отличаются от средневики и спринтеры, иными словами, спринтеры, средневики и стайеры высокого класса должны обладать разными модельными характеристиками. Кроме того, на основании антропометрических исследований установлен морфологический портрет пловца, свидетельствующий о том, что между стилями и базовыми антропометрическими показателями имеются связи, различные по степени взаимовлияния. Так, наибольшая длина тела свойственна специалистам в кроле на спине, затем в комплексном плавании. По массе тела на первое место выходят пловцы стилей «басс», затем «дельфин», представители комплексного плавания и плавания на спине. Самые длинные конечности обнаружены у «пловцов-спинистов», наиболее короткие – у пловцов комплексного плавания и стиля «басс». Спортивный результат в плавании зависит от особенностей телосложения, конституционального типа спортсмена, которые определяют его плавучесть, биомеханику плавания и гидродинамические качества. Все эти показатели, изменяя угловые характеристики суставов и обуславливая аэробные и анаэробные возможности, влияют на биомеханические параметры плавания. Вместе с тем, обучение спортивной технике плавания должно происходить в соответствии с природными биологическими особенностями человека (слабыми и сильными сторонами).

Таким образом, применение информации о структуре тела пловца позволяет повысить эффективность спортивного отбора и ориентации, а также оптимизировать технику плавания.