

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЦЕПТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КАЧЕСТВЕННОГО БИОМЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А.А. Померанцев

*Липецкий государственный педагогический университет
имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, г. Липецк, Россия*

Цель: выявление особенностей перцептивных процессов при выполнении качественного биомеханического анализа. **Материалы и методы:** изучение литературы по психологии восприятия и спортивной биомеханике, методы экспериментальной психологии, скоростная видеосъемка, авторские методики оценки восприятия спортивной техники и образности движения, математико-статистический анализ. **Результаты.** Исследование включало 3 взаимосвязанных последовательных этапа. Первый этап исследования показал, что мнения экспертов в оценке техники не согласуются, каждый эксперт имеет своё субъективное суждение. Второй этап позволил выявить два основных способа восприятия спортивной техники: 1) способ, основанный на аналитическом подходе, когда эксперты стремились разложить технику на совокупность углов, получив как можно больше числовой информации; 2) способ, основанный на гештальт-восприятии, когда эксперты полагались на целостную картину движения без стремления к детализации техники. Второй способ оказался более эффективным, он позволял точнее воспринимать спортивную технику, затрачивая на это меньше времени. Третий этап выявил различный уровень сформированности образа двигательного действия у экспертов и его взаимосвязь со специфической памятью двигательного образа. Чем яснее и четче был образ движения, тем он дольше удерживается в памяти экспертов. **Выводы.** Гештальт-восприятие двигательного действия, образ двигательного действия и специфическая память образуют триаду перцептивных процессов во время оценки спортивной техники. Эффективность и оперативность качественного биомеханического анализа зависят от степени сформированности каждой составляющей этой триады.

Ключевые слова: спортивная техника, качественный биомеханический анализ, перцептивный процесс, гештальт, память, образ двигательного действия.

Введение. В анализе техники спортивных движений принято выделять качественный и количественный подход [14]. Качественный анализ основан на визуальной оценке, а количественный – на применении инструментальных методов биомеханического контроля [5]. Главным преимуществом визуального контроля является его оперативность, поэтому качественный биомеханический анализ, несмотря на развитие электроники, остается основным инструментом в формировании спортивной техники от новичков до спортсменов высокого класса [15]. Возможности визуального анализа ограничены физиологией сенсорной зрительной системы, а выводы носят субъективный характер во многом по причине психологических особенностей протекания перцептивных процессов [12, 27].

Оценки спортивной техники одного и того же спортсмена могут принципиально отличаться у различных специалистов [10]. Разногласия могут быть связаны с особенностями

мыслительных способов восприятия техники, различным образом идеальной техники двигательного действия, а также уровнем развития специфической памяти, позволяющей сохранять образ движения [6, 22]. Объективность и оперативность восприятия и оценивания техники зависят от спортивного и тренерского опыта, а также врожденных особенностей организации перцептивных процессов [8, 21, 28].

На современном этапе развития спортивной науки, биомеханики и психологии в том числе, не существует даже концепции, посвященной системе специфических перцептивных процессов восприятия спортивной техники: не выявлены факторы, влияющие на восприятие движения, не известен их вклад в эффективность функционирования такой системы, не определены пути и возможности совершенствования данных процессов [23, 25].

Понимание перцептивных процессов восприятия техники позволит до некоторой степени объективизировать качественный био-

механический анализ при сохранении его оперативности. Целенаправленное формирование перцептивных процессов будет способствовать совершенствованию подготовки спортивных специалистов.

Цель. Выявление особенностей перцептивных процессов при выполнении качественного биомеханического анализа. **Материалы и методы.** Исследование включало 3 последовательных этапа, каждый из которых основывался на материалах предшествующего этапа, специфических методах исследования и авторских методиках. Общими методами на всех этапах были: изучение литературы по психологии восприятия [3] и спортивной биомеханике [4], методы экспериментальной психологии [2, 6, 13], скоростная видеосъемка и цифровая обработка видео [26], метод экспертных оценок [18–20], математико-статистический анализ [1].

В исследовании приняли участие 10 спортсменов-легкоатлетов в возрасте 17–18 лет и 14 тренеров по лёгкой атлетике. Спортсмены имели различный уровень квалификации – от 2-го разряда до мастера спорта. Тренеры имели стаж работы от 2 до 48 лет ($17,0 \pm 16,9$), два тренера имели звание заслуженного тренера России, еще два тренера имели высшую тренерскую категорию.

Результаты. Исследование включало 3 взаимосвязанных последовательных этапа.

Первый этап – выявление степени объективности визуального анализа. В основу исследования был положен подход, основанный на экспертных оценках. Первоначально был подготовлен материал для анализа – видео спринтерского бега 10 спортсменов. Все спортсмены являлись студентами первого курса ИФКиС ЛГПУ имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, изучавшими легкую атлетику и знакомыми с основами техники спринтерского бега.

В процессе видеосъемки каждый спортсмен имел 35 метров для разбега. Перед стартом спортсменам давалась установка бежать с максимальной скоростью. В объектив видеокамеры полностью попадали два беговых шага. Съемка проводилась цифровой видеокамерой Fastec InLine с частотой съемки 250 кадров в секунду и разрешением 640×480 пикселей (рис. 1). Для исключения перспективных искажений использовался длиннофокусный объектив Navitar. Скорость затвора составляла 0,001 с.

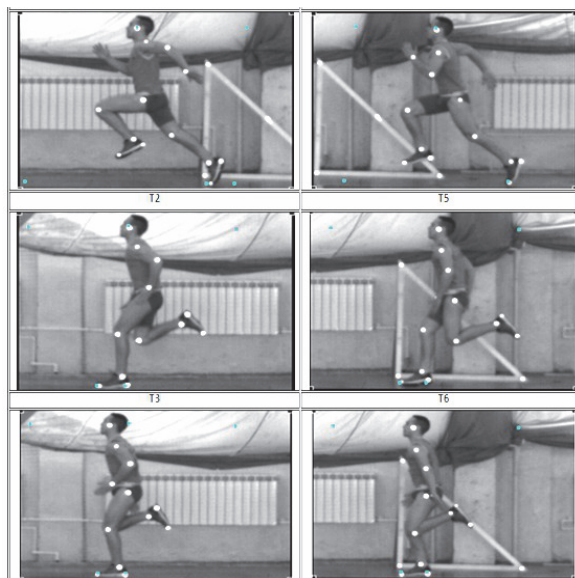


Рис. 1. Ключевые кадры видеоряда спринтерского бега, снятого скоростной видеокамерой
Fig. 1. Key frames of sprint running obtained with high-speed camera

Далее действующим тренерам по лёгкой атлетике были показаны видеозаписи скоростной съемки техники бега всех спортсменов в замедленном режиме. Эксперты, основываясь на своём опыте, знаниях и представлениях, выставляли оценку техничности по десятибалльной шкале. Результаты экспертных оценок заносятся в протокол исследования.

Эксперты оценивали технику поочередно, что исключало возможность сопоставления своей оценки с оценками других экспертов, а также исключало возможность просмотра и коррекции экспертных оценок. Экспертам для анализа предлагался только видеоряд. Никакие сведения о кинематических или динамических параметрах техники они не получали.

Для того чтобы оценить согласованность мнений группы квалифицированных тренеров при их оценке техничности бега, мы воспользовались расчетом коэффициента конкордации Кендалла. Так как в некоторых случаях эксперты давали спортсменам равные оценки за технику и им присваивались одинаковые ранги (табл. 1), расчет коэффициента конкордации производился по формулам [1]:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (1)$$

где

$$T_j = \frac{1}{12 \sum_{t_j} (t_j^3 - t_j)}; \quad (2)$$

Результаты экспертной оценки техничности спринтерского бега
Results of expert assessment for sprint technique

Эксперты Experts	Спортсмены Athletes									
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
# 1	3/9	5/5	4/8	3/9	7/1	6/4	5/5	7/1	7/1	5/5
# 2	7/3	7/3	8/1	7/3	7/3	6/8	8/1	7/3	6/8	6/8
# 3	6/3	6/3	7/2	4/9	8/1	5/7	6/3	5/7	6/3	4/9
# 4	7/1	6/2	6/2	4/5	5/4	4/5	4/5	3/10	4/5	4/5
# 5	3/7	6/3	5/4	3/7	7/1	3/7	4/6	3/7	7/1	5/4
# 6	5/5	5/5	8/1	4/10	5/5	5/5	7/3	5/5	8/1	6/4
# 7	6/2	5/6	5/6	5/6	6/2	4/10	7/1	6/2	6/2	5/6
# 8	7/1	6/4	6/4	7/1	6/4	7/1	6/4	6/4	5/9	5/9
# 9	4/3	3/5	6/1	6/1	3/5	3/5	3/5	4/3	2/10	3/5
# 10	6/3	5/8	6/3	7/1	6/3	5/8	6/3	6/3	7/1	5/8

Примечание. Приведены оценки, данные экспертами по 10-балльной шкале, и ранг (указан под косой чертой).

Note. The notes given by experts on a 10-point scale and ranks (under a slash).

$$S = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right\}^2; \quad (3)$$

n – количество спортсменов, техника которых оценивается;

m – количество тренеров-экспертов;

x_{ij} – ранг i -го спортсмена, который присвоен ему j -м тренером-экспертом;

t_j – число одинаковых рангов, данных экспертом.

В контексте исследования важность представляют не конечные результаты оценки техничности спортсменов, а степень согласованности мнения экспертов.

Определив по формуле (3) значение $S = 1172$, мы выявили коэффициент конкордации $W = 0,15$ (1), (2). Согласно статистическим критериям мнения экспертов считают согласованными лишь при $W > 0,6$.

В рассмотренном случае наблюдается низкая согласованность экспертов, а значит, отсутствует общность мнений. Это подтверждает, что качественный биомеханический анализ субъективен. Каждый из экспертов воспринимает технику движения индивидуально, исходя из своих особенностей восприятия, опыта и представлений об идеальной техники.

Второй этап – выявление различных способов восприятия техники и оценка их эффективности. Для второго исследования по протоколам оценки были отобраны 5 файлов спринтерского бега с ярко выраженными техническими ошибками [11]. С помо-

щью программы для биомеханического анализа Kinovea [26] на основе этих файлов были созданы 5 видео движения скелетонов (рис. 2).

Каждый скелетон строился на основе 21 контрольной точки, расположенной на теле спортсмена, которые соединялись звеньями в биомеханическую цепь [7]. Таким образом получали палочковую модель техники бега конкретного спортсмена. Для того чтобы эксперты не могли идентифицировать спортсменов по внешним признакам, но полагались исключительно на кинематику бега, изображение бегуна отключалось, а движение скелетона происходило на одноцветном фоне. Погрешности в идентификации контрольных точек при построении биомеханических цепей были незначительны и не искажали технических параметров.

Каждому эксперту были показаны пять видеозаписей бега, а затем пять видеозаписей скелетонов в режиме замедленного воспроизведения в случайном порядке [24]. Задачей эксперта было запомнить отличительные признаки техники каждого из пяти спортсменов, а затем сопоставить с видеозаписями скелетонов. Видеозаписи скоростной съёмки включались один раз, а записи скелетонов включались повторно, если это было необходимо, но не больше двух раз подряд. Видео воспроизводилось в замедленном режиме. На задание эксперту отводилось не больше 15 мин.

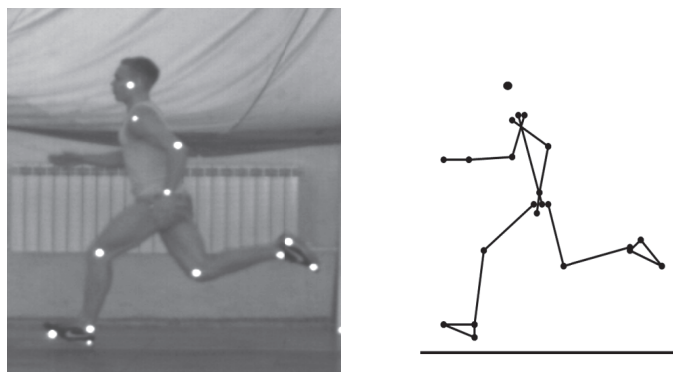


Рис. 2. Кадры видеосъемки (а) и скелетона (б)
Fig. 2. A video frame (a) and a skeleton frame (b)

Таблица 2
Table 2

Сводные данные результатов тестирования и дополнительная информация об экспертах
Summary results and additional information about experts

Эксперты Experts	Правильные сопоставления Correct comparisons	Склонность к аналитике, баллы Analytical abilities, points	Спортивный опыт, лет Sports experience, years	Тренер. опыт, лет Coach experience, years	Возраст, лет Age, years	Спортивные достижения, баллы Sports achievements, points
#1	0	10	12	8	25	4
#2	3	8	14	3	24	4
#3	1	40	5	15	58	1
#4	1	10	11	6	23	4
#5	0	8	10	6	26	4
#6	3	4	8	10	58	3
#7	2	7	11	43	63	5
#8	2	30	16	15	43	3
#9	1	14	16	10	62	4
#10	1	40	9	0	23	1
#11	1	30	8	0	23	1
#12	1	40	12	0	23	1
#13	2	10	13	0	22	4
#14	3	12	9	0	21	3

Следует отметить, что эксперты могли делать записи и пометки во время воспроизведения видеозаписей, однако воспользоваться или нет этой возможностью, решали сами эксперты.

В табл. 2 представлены результаты обработки всех протоколов установления соответствия каждого из 14 экспертов.

Для исходного рассмотрения результатов эксперимента по сопоставлению видео спринтерского бега и скелетонов предстояло ответить на вопрос, являются ли совпадения случайными или они основаны на объективных заключениях.

Используя положения комбинаторики,

рассчитали, что вероятность угадать 1 скелетон составляет 37,5 %, 2 скелетона – 16,67 %, 3 скелетона – 8,33 %, 4 скелетона – 0 % (так как при этом угадываются все 5 комбинаций), 5 скелетонов – 0,83 %; вероятность не угадать ни одного скелетона – 36,67 %.

Как видно из рис. 3, количество совпадений скелетонов с исходными видеозаписями во всех случаях превышает статистическую вероятность при простом угадывании. Статистические критерии согласия показывают достоверное отличие на уровне значимости $\alpha = 0,05$. Таким образом, ответы экспертов не носили случайный характер, а были основаны на определенных умозаключениях.



Рис. 3. Распределение правильных совпадений скелетонов с исходными файлами при случайном (теоретическом) угадывании и экспериментальном (практическом) сопоставлении
Fig. 3. Distribution of correct responses for matching skeletons with source files in random (theoretical) guessing and experimental (practical) comparison

В процессе тестирования выяснилось, что эксперты по-разному решают поставленную задачу: одни стремились взять ручку и сделать пометки, другим это не требовалось. Время прохождения теста также значительно отличалось и варьировалось от 2 до 15 мин.

Широкий разброс времени прохождения теста и различных подход к сопоставлению скелетонов говорят о разных способах восприятия и принципиально отличающихся расчётных алгоритмах решения данной задачи. Одни эксперты стремились разложить технику на совокупность углов, получив как можно больше числовой информации, – такой подход мы охарактеризовали как аналитическое восприятие. Другие эксперты полагались на целостную картину движения без стремления к конкретизации и детализации техники – данный подход мы охарактеризовали как гештальт-восприятие [9, 16, 17].

Аналитическое восприятие и гештальт-восприятие являются взаимоисключающими и противоположными способами. Для определения степени склонности к одному или другому способу восприятия нами была введена условная шкала: за каждую минуту, затраченную на тест, эксперт получал 2 балла, также по 2 балла эксперт получал за пометки после каждого теста. Таким образом, эксперт, в полной мере задействовавший аналитический способ, получал 40 баллов (15 мин × 2 балла) + + (5 скелетонов × 2 балла), и, напротив, экс-

перт, полагавшийся на гештальт-восприятие, получал минимальное количество баллов.

Используя корреляционный анализ, была выявлена эффективность каждого способа восприятия (табл. 3). Коэффициент корреляции показал слабую связь между аналитическим подходом и количеством правильных ответов (совпадений видео бегуна и видео скелетона). Ни использование листа бумаги и ручки, ни увеличение времени теста не приводили к существенному улучшению результатов. Напротив, взаимосвязь носила отрицательную зависимость ($r = -0,3$). Стремление детально разобрать технику могло быть вызвано неспособностью к целостному восприятию. Кроме того, рассмотрение сложной системы движений с аналитических позиций, подразумевающее разбиение системы на множество простейших элементов, перегружает сознание и ведет к потере целостного восприятия спортивной техники. Исходя из полученных результатов эксперимента и статистических данных, можно сделать вывод, что гештальт-восприятие является более оперативным и объективным способом оценивания техники.

Как можно видеть из табл. 3, спортивный и тренерский опыт способствуют гештальт-восприятию, что является вполне логичным ($r = -0,25$ и $r = -0,21$ соответственно). Возраст практически не коррелирует с гештальт-восприятием ($r = -0,08$), что, возможно,

Таблица 3
Table 3Корреляционная матрица взаимосвязи результативности
в сопоставлении скелетонов и прочих характеристик экспертов
Correlation matrix for the efficiency of matching skeletons and other characteristics of experts

	R	B	S	E	A	G
R	1,00					
B	-0,30	1,00				
S	0,07	-0,25	1,00			
E	0,08	-0,21	0,03	1,00		
A	0,16	-0,08	-0,02	0,74	1,00	
G	0,16	-0,89	0,52	0,43	0,17	1

Примечание. Правильные ответы при сопоставлении скелетона и видеофайла (R), склонность к аналитике (B), спортивный опыт (S), тренерский опыт (E); возраст экспертов (A), спортивные достижения (G).

Note. Correct responses for matching skeletons and video files (R), analytical abilities (B), sports experience (S), coaching experience (E); age of experts (A); sports achievements (G).

связано с общими возрастными ухудшениями целостного восприятия. Максимальную связь с гештальт-восприятием имеют спортивные достижения ($r = -0,89$).

Исходя из результатов исследования, очевидно, что включение в программы подготовки спортивных специалистов занятий, направленных на формирование умения целостного восприятия спортивной техники, является целесообразным.

Третий этап – выявление степени сформированности образа спортивного двигательного действия и специфической памяти

Наряду с целостностью восприятия немаловажное значение для успешного прохождения теста в исследовании № 2 имела специфическая тренерская память, позволяющая удерживать (как краткосрочно, так и долгосрочно) образы движения спортсмена.

Суть эксперимента заключалась в том, что каждому из 14 экспертов предлагалось самостоятельно создать скелетон идеального выполнения бегового шага в спринтерском беге (дистанционный бег) по 3 ключевым моментам: а) момент окончания отталкивания; б) момент постановки ноги; в) момент вертикали.

Для моделирования использовалась готовая среда программы биомеханического анализа Kinovea с готовым скелетоном, имеющим положение «основной стойки». Задача эксперта сводилась к перемещению звеньев с целью создания позы, соответствующей определенному моменту. Все 3 положения бегового шага создавались на одной канве (рис. 4).

Таким образом было получено 14 рисунков. Спустя месяц после создания рисунков каждому из 14 экспертов были показаны те же

14 рисунков случайным образом без идентификации автора. Задача экспертов сводилась к выставлению интегральной оценки техничности.

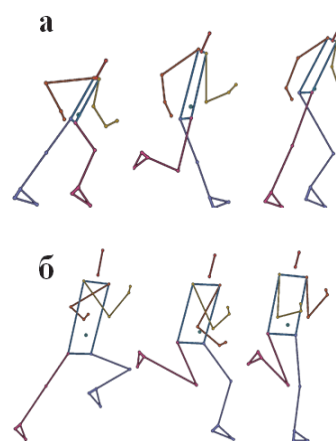


Рис. 4. Различный образ бегового шага у двух экспертов
Fig. 4. Different eidos of a running step made by two experts

В качестве критерия оценивания специфической тренерской памяти, позволяющей сохранять двигательный образ, мы рассматривали высокую оценку собственного скелетона спустя месяц, в качестве критерия оценки сформированности образа двигательного действия – оценки, данные скелетону другими экспертами.

В табл. 4 представлены результаты оценивания экспертами.

Как показало исследование, образ спортивной техники у экспертов является в целом весьма расплывчатым и плохо воспроизводимым. Наивысшую оценку своим моделям спустя месяц дали несколько экспертов – #3, #5, #7, #8, #10, #12.

Результаты оценивания образов бегового шага
Running pattern assessment results

Эксперт Experts	Скелетоны / Skeletons													
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14
# 1	4/9	6/4	7/1	4/9	5/5	5/5	7/1	2/13	7/1	4/9	5/5	5/5	3/11	3/11
# 2	6/4	6/4	8/1	4/9	7/2	5/6	3/11	2/13	5/6	3/11	7/2	6/4	5/6	4/9
# 3	6/8	6/8	10/1	6/8	8/2	7/5	9/1	4/13	5/11	5/11	8/2	7/5	8/2	7/5
# 4	2/12	6/3	3/8	4/8	6/3	3/8	5/6	2/12	8/1	6/3	5/6	8/1	3/8	3/8
# 5	3/12	4/5	6/1	4/5	6/1	4/5	4/5	3/12	4/5	4/5	4/5	6/1	5/3	5/3
# 6	6/3	8/1	7/2	3/11	5/5	6/3	4/9	3/11	5/5	4/9	5/5	6/3	3/11	5/5
# 7	2/5	2/5	3/3	2/5	2/5	2/5	5/1	2/5	3/3	1/12	5/1	4/2	1/12	2/5
# 8	7/10	9/2	10/1	3/13	4/12	8/4	8/4	10/1	6/11	8/4	8/4	8/4	9/2	8/4
# 9	3/4	2/9	4/1	2/9	3/4	4/1	2/9	1/13	3/4	2/9	3/4	4/1	3/4	3/4
# 10	8/4	9/1	9/1	7/7	7/7	6/10	7/7	6/10	8/4	9/1	9/1	8/4	5/13	6/10
# 11	2/13	5/10	9/1	6/7	4/11	6/7	7/3	4/11	7/3	7/3	8/2	7/3	6/7	8/2
# 12	5/5	5/5	8/1	3/10	4/8	5/5	6/3	3/10	6/3	4/8	7/2	9/1	3/10	3/10
# 13	3/12	6/6	7/4	4/9	3/12	8/1	6/6	4/9	5/8	4/9	8/1	8/1	4/9	7/4
ср. ранг	7,7	4,9	2,1	8,5	6,3	5,2	5,4	11,0	5,1	7,8	3,2	2,8	7,4	6,2

Примечание. Приведены оценки, данные экспертами по 10-балльной шкале, и ранг (указан под косой чертой); при определении рангов оценка, выставленная собственному скелетону, не учитывалась.

Note. The notes given by experts on a 10-point scale and ranks (under a slash); when determining the ranks, the note given to one's own skeleton was not taken into account.

Коэффициент корреляции по Спирмену между собственной оценкой и средней оценкой, которую получил скелетон спортсмена, составил $\rho = 0.38$. Таким образом, специфическая память двигательного образа связана со степенью его сформированности. Чем яснее и четче образ, тем дольше удерживается в памяти. Коэффициент корреляции говорит о том, что более четкие и сформированные образы получили более высокую оценку других экспертов.

Заключение. Гештальт-восприятие двигательного действия, образ двигательного действия и специфическая память тесно взаимосвязаны между собой и образуют триаду перцептивных процессов во время оценки спортивной техники. Эффективность и оперативность качественного биомеханического анализа зависят от степени сформированности каждой составляющей этой триады. Исходя из результатов исследования, очевидно, что включение в программы подготовки спортивных специалистов занятий, направленных на формирование всех трех когнитивных процессов, является целесообразным.

Литература

1. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

2. Вертгеймер, М. Продуктивное мышление: пер. с англ. / общ. ред. В.П. Зинченко, С.Ф. Горбова. – М.: Прогресс, 1987. – 336 с.

3. Гуссерль, Э. Избранные работы / сост. В.А. Куренной. – М.: Изд. дом «Территория будущего», 2005. – 464 с.

4. Донской, Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники / Д.Д. Донской. – М.: ФиС, 1971. – 287 с.

5. Коренберг, В.Б. Основы качественного биомеханического анализа / В.Б. Коренберг. – М.: ФиС, 1979. – 208 с.

6. Пиаже, Ж. Экспериментальная психология / Ж. Пиаже. – М.: Прогресс, 1978. – 302 с.

7. Bernstein, N. *The Coordination and Regulation of Movements: Internet Archive / Pergamon Press Ltd.* – <https://archive.org/details/bernsteinthecoordinationandregulationofmovements/page/n4/mode/2up> (дата обращения: 23.02.2020).

8. Beveridge, S.K. *Teaching Experience and Training in the Sports Skill Analysis Process / S.K. Beveridge, S.K. Gangstead // Journal of Teaching in Physical Education.* – 2016. – № 2 (7). – P. 103–114. DOI: 10.1123/jtpe.7.2.103

9. Choi, Y.H. *A Study on the Principles of Visual Perception on the Distorted Body in Contemporary Dance: Focusing on Gestalt Principles / Y.H. Choi // Dance Research Journal*

- of Dance. – 2019. – № 6 (77). – P. 141–156. DOI: 10.21317/ksd.77.6.9
10. Coach and Biomechanist Knowledge of Sprint Running Technique / A. Waters, E. Phillips, D. Panchuk, A. Dawson // 35th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports, Cologne, Germany, June 14–18, 2017. – P. 839–842.
11. Čoh, M. Usain Bolt – Biomechanical Model of Sprint Technique / M. Čoh // *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*. – 2019. – № 1 (17). – P. 1–13. DOI: 10.22190/FUPES190304003C
12. Dyer, J.F. Mapping Sonification for Perception and Action in Motor Skill Learning / J.F. Dyer, P. Stapleton, M. Rodger // *Frontiers in Neuroscience*. – 2017. – № 11. – P. 463. DOI: 10.3389/fnins.2017.0046
13. Enacting Phenomenological Gestalts in Ultra-Trail Running: An Inductive Analysis of Trail Runners' Courses of Experience / N. Rochat, V. Gesbert, L. Seifert, D. Hauw // *Frontiers in Psychology*. – 2018. – № 9. – P. 2038. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.02038
14. Lees, A. Technique Analysis in Sports: A Critical Review / A. Lees // *Journal of Sports Sciences*. – 2002. – № 10 (20). – P. 813–828. DOI: 10.1080/026404102320675657
15. Motor Learning / J.W. Krakauer, A.M. Hadjiosif, J.Xu, A.L. Wong, A.M. Haith // *Comprehensive Physiology*. – 2019. – № 2 (9). – P. 613–663. DOI: 10.1002/cphy.c170043
16. Neuro-Cognitive Mechanisms of Global Gestalt Perception in Visual Quantification / J. Bloechle, S. Huber, E. Klein et al. // *Neuro Image*. – 2018. – № 181. – P. 359–369. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2018.07.026
17. Park, Y. Efficacy of Gestalt Visual Motor Integration Learning (GVML) to Improve Visual Perception in Children with Autism / Y. Park, J. Yang // *Journal of Digital Contents Society*. – 2019. – № 5 (20). – P. 1039–1049. DOI: 10.9728/dcs.2019.20.5.1039
18. Perceptual-Cognitive Expertise when Refereeing the Scrum in Rugby Union / L.J. Moore, D.J. Harris, B.T. Sharpe et al. // *Journal of Sports Sciences*. – 2019. – № 15 (37). – P. 1778–1786. DOI: 10.1080/02640414.2019.1594568
19. Pizzera, A. Gaze Behavior of Gymnastics Judges: Where Do Experienced Judges and Gymnasts Look While Judging? / A. Pizzera, C. Möller, H. Plessner // *Research Quarterly for Exercise and Sport*. – 2018. – № 1 (89). – P. 112–119. DOI: 10.1080/02701367.2017.1412392
20. Pomerantsev, A.A. Expert Valuation and Associative Rules to Rate Motor Skills in Sprint / A.A. Pomerantsev, V.A. Kashkarov // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. – 2019. – № 9 (975). – P. 80–82.
21. Scharfen, H.E. The Relationship Between Cognitive Functions and Sport-Specific Motor Skills in Elite Youth Soccer Players / H.E. Scharfen, D. Memmert // *Frontiers in Psychology*. – 2019. – № 10. – P. 817. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00817
22. Schmidt, R.A. A Schema Theory of Discrete Motor Skill Learning / R.A. Schmidt // *Psychological Review*. – 1975. – № 4 (82). – P. 225–260. DOI: 10.1037/h0076770
23. Sherwood, D.E. Schema Theory: Critical Review and Implications for the Role of Cognition in a New Theory of Motor Learning / D.E. Sherwood, T.D. Lee // *Research Quarterly for Exercise and Sport*. – 2003. – № 4 (74). – P. 376–382. DOI: 10.1080/02701367.2003.10609107
24. The Impact of Video Speed on the Decision-Making Process of Sports Officials / J. Spitz, P. Moors J. Wagemans, W.F. Helsen // *Cognitive Research: Principles and Implications*. – 2018. – № 3. – P. 16. DOI: 10.1186/s41235-018-0105-8
25. Thornton, I.M. The Visual Perception of Human Locomotion / I.M. Thornton, J. Pinto, M. Shiffrar // *Cognitive Neuropsychology*. – 1998. – № 6-8 (15). – P. 535–552. DOI: 10.1080/026432998381014
26. Validity and Reliability of the Kinovea Program in Obtaining Angles and Distances Using Coordinates in 4 Perspectives / A. Puig-Diví, C. Escalona-Marfil, J.M. Padullés-Riu et al. // *PLOS ONE*. – 2019. – № 6 (14). – P. 1–14. DOI: 10.1371/journal.pone.0216448
27. Visual Control of Human Locomotion / H.N. Rozorinov, N.I. Chichikalo, E.H. Arkhiireieva, E.Yu. Larina // 4th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, 2020. – P. 411–416. DOI: 10.1007/978-3-030-31866-6_75
28. Zimmer, A.C. Gestalt Theoretic Account for the Coordination of Perception and Action in Motor Learning / A.C. Zimmer, H. Körndle // *Philosophical Psychology*. – 1994. – № 2 (7). – P. 249–265. DOI: 10.1080/09515089408573122

Померанцев Андрей Александрович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры, Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского. 398020, г. Липецк, ул. Ленина, 42. E-mail: pomerancev_aa@lspu-lipetsk.ru, ORCID: 0000-0003-4197-2183.

Поступила в редакцию 17 мая 2020 г.

DOI: 10.14529/hsm20s113

THE FEATURES OF PERCEPTUAL PROCESSES DURING QUALITATIVE BIOMECHANICAL ANALYSIS

A.A. Pomerantsev, pomerancev_aa@lspu-lipetsk.ru, ORCID: 0000-0003-4197-2183

Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University, Lipetsk, Russian Federation

Aim. The paper aims to identify the features of perceptual processes during qualitative biomechanical analysis. **Materials and methods.** The following methods were used: the study of literature on the psychology of perception and sports biomechanics; methods of experimental psychology; high-speed video recording; authors' methods for assessing the perception of sports technique and eidons; mathematical and statistical analysis. **Results.** The study consisted of 3 sequential stages. The first stage of the study showed that experts' assessments did not correlate well; each expert had his individual opinion. The second stage made it possible to identify two main types of movement perception: 1) the first type is based on an analytical approach, when experts sought to decompose the movement into a set of angles to obtain as much numerical information as possible; 2) the second type is based on gestalt-perception, when experts concentrated on a holistic movement image, i. e. without dividing the movement into details. The gestalt type was more effective, accurate and quick. The third stage revealed a different level of movement perception and its correlation with special memory. The clearer and more accurate the movement was, the longer it stored in the memory of experts. **Conclusion.** Gestalt-perception, eidolon technique and special memory form a triad of perceptual processes during evaluation of sports movements. The effectiveness of qualitative biomechanical analysis depends on maturity of each triad component.

Keywords: *sports technique, qualitative biomechanical analysis, perceptual process, gestalt, memory, technique eidolon.*

References

1. Beshelev S.D. *Matematiko-statisticheskiye metody ekspertnykh otsenok* [Mathematical and Statistical Methods for Expert Assessments]. 2nd ed. Moscow, Statistika Publ., 1980. 263 p.
2. Wertheimer M. *Produktivnoe myshlenie* [Productive Thinking]. Moscow, Progress Publ., 1987. 336 p.
3. Husserl E. *Izbrannye raboty* [Selected Works]. Moscow, Territory of the Future Publ., 2005. 464 p.
4. Donskoy D.D. *Biomehanika s osnovami sportivnoy tehniki* [Biomechanics with the Basics of Sports Technique]. Moscow, Physical Culture and Sport Publ., 1971. 287 p.
5. Korenberg V.B. *Osnovy kachestvennogo biomechanicheskogo analiza* [Fundamentals of Qualitative Biomechanical Analysis]. Moscow, Physical Culture and Sport Publ., 1979. 208 p.
6. Piaget J. *Eksperimental'naya psikhologiya* [Experimental Psychology]. Moscow, Progress Publ., 1978. 302 p.

7. Bernstein N. The Coordination And Regulation Of Movements: Internet Archive / Pergamon Press Ltd. Available at: <https://archive.org/details/bernsteinthecoordinationandregulationofmovements/page/n4/mode/2up> (accessed 23.02.2020)
8. Beveridge S.K., Gangstead S.K. Teaching Experience and Training in the Sports Skill Analysis Process. *Journal of Teaching in Physical Education*, 2016, no. 2 (7), pp. 103–114. DOI: 10.1123/jtpe.7.2.103
9. Choi Y.H. A Study on the Principles of Visual Perception on the Distorted Body in Contemporary Dance: Focusing on Gestalt Principles. *Dance Research Journal of Dance*, 2019, no. 6 (77), pp. 141–156. DOI: 10.21317/ksd.77.6.9
10. Waters A., Phillips E., Panchuk D., Dawson A. Coach and Biomechanist Knowledge of Sprint Running Technique. *35th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports*, Cologne, Germany, June 14–18, 2017, pp. 839–842.
11. Čoh M. Usain Bold – Biomechanical Model of Sprint Technique. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 2019, no. 1 (17), pp. 1–13. DOI: 10.22190/FUPES190304003C
12. Dyer J.F., Stapleton P., Rodger M. Mapping Sonification for Perception and Action in Motor Skill Learning. *Frontiers in Neuroscience*, 2017, no. 11, p. 463. DOI: 10.3389/fnins.2017.0046
13. Rochat N., Gesbert V., Seifert L., Hauw D. Enacting Phenomenological Gestalts in Ultra-Trail Running: An Inductive Analysis of Trail Runners' Courses of Experience. *Frontiers in Psychology*, 2018, no. 9, p. 2038. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.02038
14. Lees A. Technique Analysis in Sports: A Critical Review. *Journal of Sports Sciences*, 2002, no. 10 (20), pp. 813–828. DOI: 10.1080/026404102320675657
15. Krakauer J.W., Hadjiosif A.M., Xu J. et al. Motor Learning. *Comprehensive Physiology*, 2019, no. 2 (9), pp. 613–663. DOI: 10.1002/cphy.c170043
16. Bloechle J., Huber S., Klein E. et al. Neuro-Cognitive Mechanisms of Global Gestalt Perception in Visual Quantification. *NeuroImage*, 2018, no. 181, pp. 359–369. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2018.07.026
17. Park Y., Yang J. Efficacy of Gestalt Visual Motor Integration Learning (GVMIL) to Improve Visual Perception in Children with Autism. *Journal of Digital Contents Society*, 2019, no. 5 (20), pp. 1039–1049. DOI: 10.9728/dcs.2019.20.5.1039
18. Moore L.J., Harris D.J., Sharpe B.T. et al. Perceptual-Cognitive Expertise when Refereeing the Scrum in Rugby Union. *Journal of Sports Sciences*, 2019, no. 15 (37), pp. 1778–1786. DOI: 10.1080/02640414.2019.1594568
19. Pizzera A., Möller C., Plessner H. Gaze Behavior of Gymnastics Judges: Where Do Experienced Judges and Gymnasts Look While Judging? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2018, no. 1 (89), pp. 112–119. DOI: 10.1080/02701367.2017.1412392
20. Pomerantsev A.A., Kashkarov V.A. Expert Valuation and Associative Rules to Rate Motor Skills in Sprint. *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*, 2019, no. 9 (975), pp. 80–82.
21. Scharfen H.E., Memmert D. The Relationship Between Cognitive Functions and Sport-Specific Motor Skills in Elite Youth Soccer Players. *Frontiers in Psychology*, 2019, no. 10, p. 817. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00817
22. Schmidt R.A. A Schema Theory of Discrete Motor Skill Learning. *Psychological Review*, 1975, no. 4 (82), pp. 225–260. DOI: 10.1037/h0076770
23. Sherwood D.E., Lee T.D. Schema Theory: Critical Review and Implications for the Role of Cognition in a New Theory of Motor Learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2003, no. 4 (74), pp. 376–382. DOI: 10.1080/02701367.2003.10609107
24. Spitz J., Moors P., Wagemans J., Helsen W.F. The Impact of Video Speed on the Decision-Making Process of Sports Officials. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2018, no. 3, p. 16. DOI: 10.1186/s41235-018-0105-8
25. Thornton I.M., Pinto J., Shiffrar M. The Visual Perception of Human Locomotion. *Cognitive Neuropsychology*, 1998, no. 6–8 (15), pp. 535–552. DOI: 10.1080/026432998381014
26. Puig-Diví A., Escalona-Marfil C., Padullés-Riu J.M. et al. Validity and Reliability of the Kinovea Program in Obtaining Angles and Distances Using Coordinates in 4 Perspectives. *PLOS ONE*, 2019, no. 6 (14), pp. 1–14. DOI: 10.1371/journal.pone.0216448

27. Rozorinov H.N., Chichikalo N.I., Arkhiereieva E.H., Larina E.Yu. Visual Control of Human Locomotion. *4th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, 2020, pp. 411–416. DOI: 10.1007/978-3-030-31866-6_75

28. Zimmer A.C., Körndle H. Gestalt Theoretic Account for the Coordination of Perception and Action in Motor Learning. *Philosophical Psychology*, 1994, no. 2 (7), pp. 249–265. DOI: 10.1080/09515089408573122

Received 17 May 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Померанцев, А.А. Особенности перцептивных процессов при выполнении качественного биомеханического анализа / А.А. Померанцев // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № S1. – С. 98–108. DOI: 10.14529/hsm20s113

FOR CITATION

Pomerantsev A.A. The Features of Perceptual Processes During Qualitative Biomechanical Analysis. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. S1, pp. 98–108. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm20s113