УДК 796.71

Виноградський Б., Музика Ф., Рибак Л.

КІНЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОБОЧОЇ ПОЗИ СПОРТСМЕНІВ-РАЛІСТІВ

За фотознімками інтер'єру автомобілів різних груп провідних українських ралістів розраховано кінематичні характеристики їх робочої пози та розроблено відповідні моделі. Кути нахилу спинки сидіння та площини керма відносно вертикалі та нижньої опори сидіння назад відносно горизонталі становлять відповідно 9,8°, 23,9° і 0,9° для автомобілів 4х4, та 11,3°, 24,8° і 1,5° для автомобілів 4х2, а висота центрів плечових суглобів від центра керма – 4,93см та 4,75см. Між характеристиками робочої пози та спортивним результатом тісного статистичного взаємозв'язку не виявлено.

Ключові слова: автоспорт, водій, робоча поза, характеристики, результат.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, постановка проблеми. Згідно з рекомендаціями науковців [1–3], поза водія за кермом спортивного автомобіля повинна бути зручною, інакше він надмірно стомлюватиметься, намагаючись утримувати своє тіло, знизиться його зосередженість. Лідери автоперегонів "Indy", "Формули–1" і NASCAR з метою індивідуального налаштування сидіння витрачають понад 10 годин тестувань. Тіло водія має тільки три точки механічної взаємодії з автомобілем: сидіння, кермо й педалі. Правильна основна робоча поза – з низьким центром мас тіла та наближенням тулуба до вертикалі, з плечима назад і піднятим підборіддям – активізує чутливість до корисної інформації та перевантажень, збільшує обсяг контрольної інформації, силу й поліпшує керованість автомобілем. Відповідна поза водія повинна забезпечувати поворот керма на 180° без відриву рук, для чого при утриманні вершини керма рука повинна бути легко зігнута в ліктьовому суглобі без витягування плеча вперед. Це саме стосується й положення ніг, які повинні працювати за рахунок переміщення чутливих стоп: при повністю витиснених педалях вони теж повинні бути легко зігнуті в колінних суглобах. Зручна поза водія забезпечується відповідними змінами розташування керма, важеля перемикання передач та педалей, а не навпаки.

Спеціалісти [4–7] наголошують, що правильна робоча поза водія в спортивному автомобілі не тільки забезпечує повну й точну інформацію про поведінку автомобіля, яка використовується водієм для керування системою "спортсмен – автомобіль – дорога" та зумовлює точність роботи з органами керування (а отже, й активну безпеку змагальної діяльності), а й сприяє зменшенню статичних і динамічних навантажень та перевантажень на окремі частини тіла водія та втоми під час долання змагальної дистанції, а також допомагає підвищити його пасивну безпеку в аварійних ситуаціях

Фахівці [8], здійснивши біомеханічний аналіз рухової діяльності та параметрів основної робочої пози найсильніших водіїв-ралістів світу та України 2003–2004 рр., рекомендують нахил спинки сидіння водія назад щонайбільше на 12–14° (для штурманів – до 20°); нахил осі керма від горизонталі щонайбільше на 24–26°, висоту центра площини керма – на 5–7 см нижче від центрів плечових суглобів водія; а також нахил основи сидіння назад до 5°.

Однак останні дослідження робочої пози водіїв спортивних автомобілів проводили десять років тому. Від цього часу змінилась і їх конструкція, і засади спортивного керування автомобілями, і психічні та фізичні вимоги до самих водіїв. Окрім цього, автори [8] не уточнили групи автомобілів, яких стосуються їх рекомендації та не дослідили впливу окремих кінематичних характеристик робочої пози спортсменів на спортивний результат та на аварійність. Виникла потреба приведення рекомендацій стосовно вимог до робочої пози водіїв за кермом спортивних автомобілів у відповідність до реалій сучасного автомобільного спорту.

Зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Роботу виконано згідно з темою 2.17 "Моделювання біомеханічних систем у складнокоординаційних видах спорту" (номер державної реєстрації 0111 U 006473) Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури та спорту на 2011–2015 рр.

Мета роботи: обгрунтувати кінематичну модель робочої пози водія сучасного спортивного автомобіля та її вплив на спортивний результат і аварійність.

Методи та організація дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення спеціальної літератури, педагогічне спостереження змагальної діяльності ралійних екіпажів, педагогічний експеримент, порівняння, абстрагування та ідеалізація.

Дослідження організоване під час проведення другого етапу національної серії з міні-ралі "Кубок Лиманов 2014"– ралі "Шаповалов Rally Cup" у м. Миколаєві протягом 30–31 травня 2014 р. Учасники змагання – тридцять шість провідних українських ралійних екіпажів на етапах підготовки до вищих спортивних досягнень та максимальної реалізації своїх можливостей. Під час очікування екіпажів на старті перед постом контролю часу фотографували інтер'єри салонів їхніх спортивних автомобілів. Під

© Виноградський Б., Музика Ф., Рибак Л., 2014

час опрацювання фотознімків (рис. 1) вимірювали такі характеристики робочої пози водіїв: кут нахилу назад відносно вертикалі спинки сидіння "A" (в градусах); кут нахилу вперед площини керма від вертикалі "B" (у градусах); висота середини керма відносно центрів плечових суглобів (або середини бокових упорів сидіння для плечей) "C" (у см), а також кут нахилу основи сидіння назад відносно горизонталі "D" (у градусах).

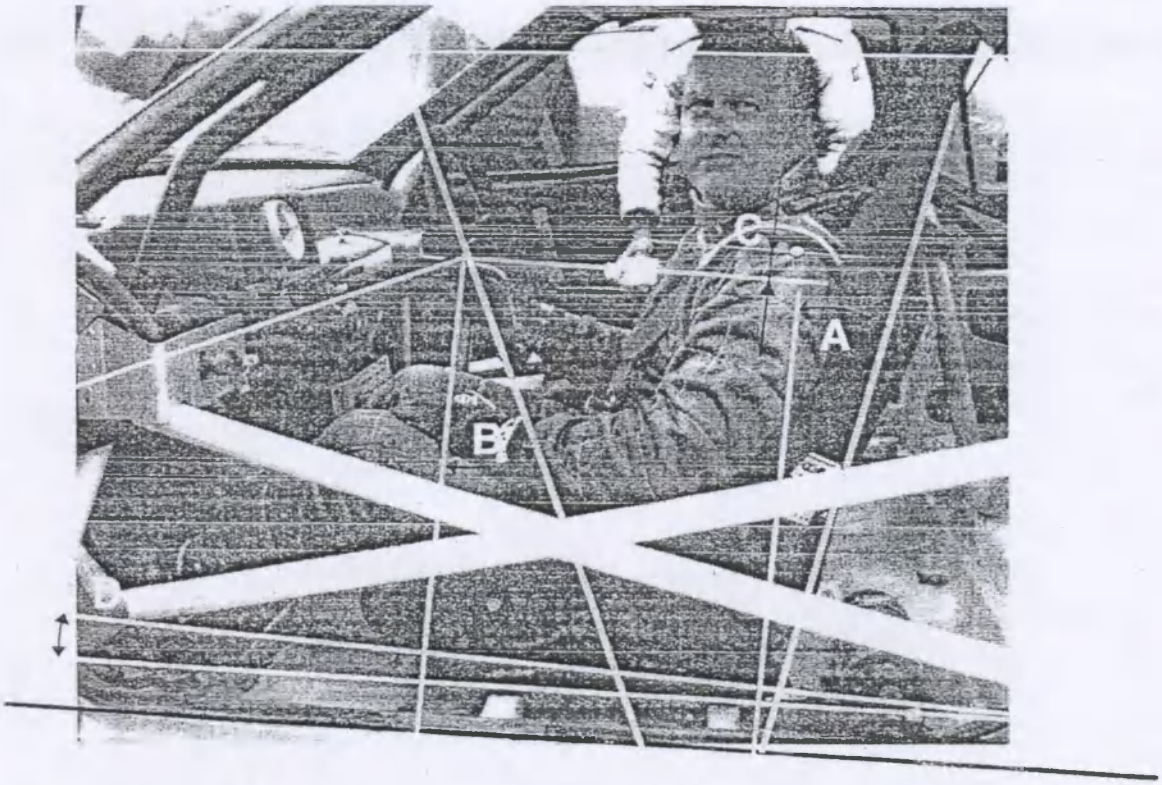


Рис. 1. Визначення кінематичних характеристик робочої пози водія за кермом сучасного спортивного автомобіля, де: "A" - кут нахилу назад відносно вертикалі спинки сидіння (у градусах), "B" - кут нахилу вперед площини керма від вертикалі (у градусах), "C" - висота середини керма відносно центрів плечових суглобів (або середини бокових упорів сидіння для плечей) (у см), "D" - кут нахилу основи сидіння назад відносно горизонталі (у градусах)

Ураховуючи перевірену за допомогою коефіцієнта Шапіро–Уілкі нормальність розподілу спортивних результатів та кількісних характеристик робочої пози за кермом спортивного автомобіля, ми застосували параметричні методи доведення статистичної достовірності. Вірогідність розбіжностей визначалася за за t-критерієм Стьюдента, а за достовірну відмінність прийнято 5% при рівні значущості $p < 0,05$. Для оцінювання тісноти статистичного взаємозв'язку між досліджуваними характеристиками використовувався множинний коефіцієнт кореляції за Браве–Пірсоном.

Результати дослідження наведені в таблиці 1.

Аналіз отриманих наукових результатів. Результати математико-статистичного опрацювання отриманих даних показали, що з ймовірністю 95% між розрахованими нами середніми значеннями характеристик робочої пози водіїв за кермом сучасних спортивних автомобілів та рекомендованими авторами [8] є статистично значущі розбіжності. Сьогодні водії сидять більш вертикально (нахил спинки сидіння від вертикалі зменшився з 12,6° до 10,7°). Наблизилася до вертикалі й площина керма (замість рекомендованих 25,4° нахилу керма відносно вертикалі він зменшився до 24,3°). До 1,3° замість рекомендованих 4,8° зменшився і горизонтальний нахил назад нижньої основи сидінь. Висота центра керма теж піднялась до рівня плечових суглобів водіїв майже на 2 см.

За останнє десятиліття в українському автомобільному спорті значно зріс відсоток повнопривідних автомобілів, які автори [8] в окрему групу не виокремили, оскільки їх було не більше 15% (тепер їх майже половина: у наших змаганнях їх було подано понад 42%). Конструктивно спортивні автомобілі з приводом на одну (4x2) та на обидві (4x4) осі суттєво відрізняються між собою, що стосується й характеристик робочої пози водія за кермом. Результати нашого дослідження показують, що вертикальний нахил спинки сидіння для автомобілів 4x4 становить 9,8°, а для автомобілів 4x2 – 11,3°. Середній нахил площини керма від вертикалі та горизонтальний нахил нижньої основи сидіння назад для цих груп автомобілів теж відрізняються між собою (23,9° та 24,8° і 0,9° та 1,5° відповідно), зате різниця

висотою центрів плечових суглобів водіїв повнопривідних та монопривідних автомобілів відносно середини площини керма (4,75см та 4,93 см відповідно) статистично недостовірна.

Таблиця 1

Показники робочої пози в спортивному автомобілі водіїв-учасників ралі "Шапрвалов Tally Cup" (м. Миколаїв, 30-31 травня 2014 р.)

№	Екіпаж	Клас а/м	Автомобіль	Середня швидкість $V_{сер}$ км/год	Параметри робочої пози водія				Місце	
					A, град.	B, град.	C, см	D, град.	в абс. заліку	в класі а/м
2	К. – Щ.	P8	Mitsubishi	87,4	9	20	5	1	1	1
1	П. – А.	P8	Mitsubishi	87,3	11	21	8	2	2	2
9	Ч. – В.	P8	Subaru Impr	85,0	12	27	5	2	3	3
5	К. – Є.	P8	Subaru Impr	83,6	9	30	8	2	4	4
14	К. – Г.	P8	Subaru STI	83,0	8	19	7	0	5	5
16	Г. – К.	P8	Mitsubishi	82,1	11	24	6	0	6	6
19	П. – Г.	P7	Honda Civ.	79,1	4	23	0	1	7	1
32	Б. – Б.	Ps6	Ford Fiesta	78,9	8	27	0	1	8	1
4	Д. – Д.	P8	Mitsubishi	79,9	8	21	0	1	9	7
39	Д. – С.	Ps6	ВАЗ 2112	79,0	13	23	4	0	10	2
36	К. – Б.	Ps6	ВАЗ 2112	77,2	16	20	0	1	11	3
12	П. – Ф.	P8	Subaru Impr	73,5	10	24	7	0	12	8
34	Г. – Л.	Ps6	Skoda Fabia	74,8	8	27	4	5	13	4
48	Ж.– Г.	P5	ВАЗ 2108	74,3	10	25	1	1	14	1
7	М. – К.	Ps6	Skoda Fabia	73,1	16	24	0	0	15	5
37	Г.– Х.	Ps6	Toyota	72,9	15	19	7	0	16	6
18	Ч. – С.	P8	Lancia Delta.	72,2	13	31	6	0	17	9
44	К. –Г.	P5	ВАЗ 2109	72,0	14	24	2	4	18	2
22	Б. – К.	P8	Subaru STI	71,6	12	24	6	1	19	10
47	Б. – М.	P5	ВАЗ 2108	71,4	10	30	3	0	20	3
52	С. – О.	P5	ВАЗ 2108	71,2	13	27	6	0	21	4
42	К. – Г.	P6	ВАЗ 2108	70,7	12	25	6	2	22	1
53	Б. – Б.	P5	Skoda Fabia	70,1	12	18	4	5	23	5
62	А. – Б.	P6	ВАЗ 2108	68,2	6	24	12	0	24	2
61	Б. – Н.	P7	Opel Kadet	66,3	13	28	6	5	25	2
55	Б. – З.	P5	ЗАЗ 1102	64,9	10	24	8	0	26	6
58	К. – Д.	P5	Skoda Fabia	63,8	11	30	12	2	27	7
27	С. – А.	P6	Suzuki Swift	64,4	15	26	2	5	28	3
59	Б. – А	Ps6	Skoda Fabia	61,2	10	20	13	0	29	7
51	К. – Л.	P5	Peugeot 104	57,5	11	26	4	2	30	8
3	Ш. – Ш.	P8	Mitsubishi	-	7	22	4	0	сходження	
8	Ч. – З.	P8	Mitsubishi	-	10	23	7	0	сходження	
50	Б. – Т.	P5	ВАЗ 21011	-	8	30	7	1	сходження	
56	Ш. – Н.	P5	ВАЗ 2101	-	9	30	10	0	сходження	
35	Ж. – Ж.	P6	ВАЗ 2108	-	10	29	3	3	сходження	
11	Н. – Ф.	P8	Subaru Impr	-	12	26	2	2	сходження	
57	К. – Т.	P6	ВАЗ 2108	-	17	17	0	0	сходження	
21	К. – Ц.	P8	Mitsubishi	-	17	25	3	2	сходження	
Рекомендації авторів [8]				-	**12,6**	**25,4**	**6,54**	**4,8**		
Для автомобілів 4x2				**70,6**	**11,3**	**24,8**	**4,75**	**1,5**		
Для автомобілів 4x4				**80,6**	**9,8**	**23,9**	**4,93**	**0,9**		
Середні значення					**10,7**	**24,5**	**4.82**	**1,3**		

У результаті розрахунків коефіцієнтів кореляції між окремими кінематичними характеристиками робочої пози конкретних водіїв за кермом їх спортивних автомобілів та показаною ними середньою швидкістю руху на швидкісних ділянках ралі, статистичного взаємозв'язку між ними не виявлено. Індивідуальні відмінності величин параметрів робочої пози окремих водіїв від середніх значень, які ми розрахували, також достовірно не пов'язані з їх спортивною результативністю. Однак це не свідчить про відсутність безпосереднього чи опосередкованого впливу цих характеристик на спортивний результат. Експериментальні дані авторів [4] про достовірне погіршення результату проходження вправи "змійка"

при відхиленні робочої пози водія за кермом від звичної, а також одержані нами результати дають змогу стверднти, що індивідуальна корекція характеристик робочої пози водіїв за кермом спортивного автомобіля дасть змогу поліпшити їх спортивні результати за умови набуття стійкої навички керування автомобілем у новій позі. Окрім того, як зазначають автори [4 і 7], ці характеристики пов'язані не тільки з середньою швидкістю руху, а й з активною та пасивною безпекою їх змагальної діяльності, що дуже важливо для подальшого розвитку сучасного автомобільного спорту.

Висновки

1. Кінематичні характеристики робочої пози провідних водіїв-ралістів України в сучасних спортивних автомобілях за останнє десятиліття суттєво змінились. Виявлена достовірна різниця характеристик пози за кермом повнопривідних та монопривідних автомобілів. Кути нахилу спинки сидіння та площини керма відносно вертикалі, а нижньої опори сидіння назад відносно горизонталі складає відповідно 9,8°, 23,9° і 0,9° для автомобілів 4х4, та 11,3°, 24,8° і 1,5° для автомобілів 4х2. Висота центрів плечових суглобів від центра площини керма становить відповідно 4,93см та 4,75см (різниця статистично недостовірна).

2. Між кінематичними характеристиками робочої пози водіїв – учасників національної серії з мініралі "Кубок Лиманов 2014", та їх спортивним результатом тісного статистичного взаємозв'язку не виявлено, що не заперечує важливого впливу пози за кермом на втомлюваність і безпомилковість роботи, а також рівень активної та пасивної безпеки екіпажів.

Перспективи подальших пошуків у цьому напрямі. Для уточнення рекомендацій стосовно робочої пози водіїв за кермом сучасних спортивних автомобілів необхідно вивчити характеристики посадки провідних водіїв Європи та світу, а також провести педагогічний експеримент для з'ясування впливу її індивідуальної корекції на спортивний результат.

Використані джерела

1. Ross B. Speed secrets / Ross Bentley. – USA : MotorBooks International, 1998. – 160 p.
2. Rybak O. Udoskonalenie aktyvnego bezpieczenstwa zawodow, jako czynnik dalszego rozwoju sportu samochodowego / Rybak O. // Wychowanie fizyczne i sport : kwartalnik. – T. XLVI, cz. 1. – Warszawa, 2002. – S. 321.
3. Zasada S. Serokiej drogi: doskonalenie techniki jazdy / Sobiesław Zasada. – Bielsko-Biała : Wydawnictwo Studio STO, 2009. – 198 s.
4. Рибак О. Ю. Безпека змагальної діяльності в автомобільному спорті : монографія / О. Ю. Рибак. – Л. : ЛДУФК, 2013. – 420 с., іл.
5. Improvement of rally crews pace notes training / Liudmyla Rybak, Evhen Prystupa, Oleh Rybak, Bogdan Vynogradskyi // Journal of Physical Education and Sport. – 2014. – Vol. 14. art. 31. – P. 198–204.
6. Рибак Л. І. Застосування спеціальних швидкісних стенограм для підвищення рівня безпеки автомобільних змагань / Л. І. Рибак // Слобожанський науково-спортивний вісник. – Х., 2010. – № 4. – С. 142–147.
7. Рибак О. Запобігання перевантаженням на організм спортсмена в автомобільному спорті / Олег Рибак // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фізичної культури та спорту. – Л., 2005. – Вип. 9, т. 1. – С. 153–164.
8. Рибак О. Біомеханічне обґрунтування правильної посадки водія-автогонщика / Олег Рибак // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фізичної культури та спорту. – Л., 2004. – Вип. 8, т. 1. – С. 441–445.

Vynohradskyi B., Musyka F., Rybak L.

THE WORKING POSTURE KINEMATIC MODEL OF RALLY SPORTSMEN

The kinematic working posture characteristics of different sportsmen groups in Ukrainian rally calculated and appropriate models developed with the photographs of the car's interior. The angles of inclination of the seat and steering wheel relative to the vertical plane and the lower bearing seat back to the horizontal are respectively 9,8°, 23,9° and 0,9° for 4x4 vehicles and 11,3°, 24,8° and 1.5° for 4x2 vehicles, and the height of the shoulder joint centers from the center of the steering wheel are 4,93 and 4,75 sm. The close statistical correlation is found between the working posture characteristics and athletic performance.

Key words: *motor racing, driver, working out, performance, result.*

* *Стаття надійшла до редакції 20.09.2014 р.*