

### Literatura

1. S. Sterkowicz, L. Biskup, T. Ambroży, *Czynności zawodowe trenera w zapasach i gimnastyce, [w:] (red.) S. Sterkowicz, Czynności zawodowe trenera i problemy badawcze w sportach walki, Kraków 2001, s. 7-16.*
2. S. Newerkowicz, P. A. Pożkow, H. Sozański, *Kształcenie kadr trenerskich – niektóre czynniki racjonalizacji u progu XXI wieku, [w:] (red.) H. Sozański, K. Perkowski, D. Szadziewski, Trening sportowy na przełomie wieków, Warszawa 2000, s. 9-15.*
3. Z. Czajkowski, *Wybrane zagadnienia pracy trenera we wstępnym etapie szkolenia, „Sport wyczynowy”, 2004, cz. 1, nr 7-8, s. 37-47 i cz. 2, nr 9-10, s. 54-61.*
4. T. Rutkowski, *Rola zawodowa i styl życia trenera, „Sport Wyczynowy”, 2001, s. 67-72.*
5. J. Januszewski, S. Sterkowicz, *Ranga czynności zawodowych jako podstawa analizy programów kształcenia kadr instruktorskich, Kraków 1992.*
6. J. Żukowski, *zawód i praca trenera, Warszawa 1989.*
7. I. O. Bompa, *Teoria i metodyka treningu, Warszawa 1990.*

## PROFESSIONAL ACTIVITIES OF INDIVIDUAL AND TEAM SPORTS COACHES

Konrad TULEJ, Paweł DOBRZACSKI

*Academy of Physical Education in Krakow, Poland*

**Abstract.** The research workers was trying to define differences between professional activities of individual and team sports coaches. Analyse was based on a special survey questionnaire filled in by coaches from South of Poland.

## ЗАПОБІГАННЯ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯМ НА ОРГАНІЗМ СПОРТСМЕНА В АВТОМОБІЛЬНОМУ СПОРТІ

Олег Рибак

*Львівський державний інститут фізичної культури*

Сьогодні величезного значення надають запобіганню негативних впливів на організм людини під час експлуатації та аварій систем типу “людина – машина” (“людина – автомобіль”, “людина – мотоцикл”, “людина – потяг”, “людина – літак” тощо). Негативні впливи (вібрація, удари тощо) на тіло людини мають місце і в спорті, особливо у технічних, військово-прикладних та швидкісних його видах.

Дослідження у цій галузі проводяться з метою зниження числа і важкості травм негативних впливів на організм людини завдяки інженерному проектуванню систем “людина – машина” з передбаченням захисних заходів [1], а також підвищення рівня функціональної міцності організму людини шляхом її спеціальної фізичної підготовки [3].

## Мета роботи

Підвищення безпеки автомобільного спорту шляхом вивчення і запобігання впливу на організм автогонщиків механічних перевантажень.

## Завдання дослідження

1. Визначити специфіку і рівень механічних перевантажень на організм автогонщиків під час проходження швидкісних трас.
2. Описати засоби пасивного захисту водіїв-автогонщиків від перевантажень під час змагальної діяльності в автомобільному спорті.
3. Обґрунтувати роль спеціальної фізичної підготовки автогонщиків для підвищення їх пасивної безпеки.

## Методи дослідження

1. Теоретичний аналіз і узагальнення спеціальної науково-методичної і довідкової літератури.
2. Педагогічне спостереження змагальної діяльності провідних автогонщиків світу і Європи.
3. Конкретні біомеханічні методи відеозапису та його комп'ютерного аналізу: акселерографія, тензодинамометрія та інші.

Для запису репортажів з етапів Чемпіонату світу ФІА з ралі і кільцевих перегонів (трансляцій по телеканалі "Eurosport") був використаний відеомагнітофон "Fisher" FVH-R300DK, а для трансформації відеозображення в комп'ютерний формат – програма PINNACLE STUDIO Version. Далі відеофайли оброблялися програмою Light Alloy 2.4

Для перевірки рівня розрахованих теоретично фізичних перевантажень на організм автогонщика під час проходження швидкісного відрізка в змагальних умовах нами був використаний автомобіль-лабораторія на базі спортивно-гоночної ралійної модифікації автомобіля ВАЗ-21083, обладнаного усіма засобами пасивної і активної безпеки. Для реєстрації величини механічних перевантажень поблизу центра маси автомобіля було встановлено давачі-акселерометри авіаційного типу МП-95, а також потенціометричний давач положення педалі акселератора, гідравлічний давач тиску в гальмівній системі, граничний давач початку спрацьовування гальмівної педалі, електронний цифровий тахометр і секундомір. Встановлена на діагональній розпорі каркасу безпеки відеокамера "METZ" паралельно з руховою діяльністю водія реєструвала перелічені показники завдяки встановленню в її полі зйомки стрілочних мікроамперметрів. Реєстрація відбувалася в стандартних умовах змагальної діяльності екіпажу О.Р. – Я.К. на одному з етапів Чемпіонату Європи з ралі під час проходження асфальтових і гравійних швидкісних відрізків

## Обговорення результатів дослідження

Коли у 50-х роках, тобто через кілька десятків років від появи сучасних автомобілів, учені з Швеції вперше дослідили перевантаження, які діють на тіло людини при ударі автомобіля об тверду перешкоду, виявилось, що вони досягають 60 g. Так перевантаження людина може пережити лише у випадку, коли воно діє короткочасно (до 50 мс). Більш тривала дія такого перевантаження приводить до дуже важких зовнішніх і внутрішніх травм.

Близько 50% ДТП – це лобові зіткнення. Найтрагічніші з них – це удари об нерухомі перешкоди (бетонний стовп, опору моста, велике дерево), так як деформується лише автомобіль і перевантаження максимальні. Зіткнення з іншими автомобілями завжди більш “м’які”, так як деформуються обидва авто. Також небезпечні удари автомобіля ззаду (близько 8–10% від усіх ДТП). Бокові зіткнення зустрічаються рідше (близько 5%) [6].

Віддаль голови водія і пасажира від лобового скла становить 50–60 см, і у випадку лобового зіткнення автомобіля при швидкості 50 км/год і незатягнутих (або не підтягнутих) ременях безпеки удар людини головою об клеєне лобове скло залишає на ньому випуклість висотою у 15 см, що практично завжди закінчується летально.

При ударі автомобіля ззаду, якщо підголовники встановлені невірно (занадто низько), може наступити пошкодження шийного відділу хребта.

Тіло людини легше переносить перевантаження, якщо вони розподілені: правильно профільоване і відрегульоване сидіння і добре підтягнуті ремені безпеки гарантують значно легші наслідки зіткнення [7].

Статистика розвинутих країн встановила, що при автомобільних аваріях удар найчастіше приходить у голову (близько 80%), далі йдуть ноги, руки, грудна клітина. Приблизно 70% ударів у голову закінчуються летально. Ці удари звичайно сильні і болючі, вони викликають хвилі напружень, які поширюються по всій голові і по всьому тілу [1].

Науково-технічний прогрес, як невід’ємна складова соціально-економічного розвитку суспільства, визначає постійно зростаючий інтерес до характеристик людини-оператора – найважливішої ланки систем “людина – машина”. Одночасно все більш високі вимоги ставляться до рівня забезпечення здоров’я і безпеки людини при різних видах його діяльності. Ці фактори обумовили потребу промисловості, транспорту, авіації і спорту у фахівців відповідного профілю, що знайшло відбиток у навчальних програмах ряду технічних, педагогічних і медичних ВНЗів.

До найважливіших біомеханічних характеристик людини безперечно відносяться міцність її граничних можливостей, механічна і функціональна стійкість (тобто здатність в широкому сенсі цього слова) структур і систем тіла людини під впливом різних факторів. Однак, власне ця проблематика вкрай недостатньо представлена в сучасній літературі.

Оптимізація систем “людина – машина” вимагає зокрема точної інформації про біомеханічні параметри людини, бо інакше це може призвести у кращому випадку до зниження ефективності системи в цілому, а у гіршому – втратою “міцності” її найважливішої ланки – людини [5].

Зв’язки між окремими групами органів, зв’язок органів з кістяком (черепом, скелетом, грудною клітиною, тазовими кістками) і їх механічні властивості є досить складними та комплексними і до цього часу досліджувались в недостатній мірі. Власне це і обумовлює складність аналітичного та експериментального дослідження багатокомпонентної біологічної системи [1].

Динамічні властивості біологічної системи залежать не лише від будови тіла, а й від його пози, ступеня втоми, загального психофізіологічного стану та інших факторів, що ускладнює математичне моделювання людського організму і вимагає проведення численних експериментів.

Наприклад, експериментально доведено, що при вертикальних коливаннях з частотою від 2 до 40 Гц спостерігаються додаткові кутові і горизонтальні коливання

голови, які за своїм впливом на організм не менш важливі від вертикальних. Деякі види перемішень, швидкостей і прискорень при достатній інтенсивності можуть сильно збуджувати сенсорну і нейром'язову активність. Так, під впливом вібрацій пропорційної їх частоті та амплітуді спостерігається зниження гостроти зору.

Вібрації з різними частотами викликають зміни діяльності серцево-судинної системи. Так, низькочастотні вібрації всього тіла викликають підвищення артеріального та венозного тиску і ЧСС, а високочастотні – навпаки.

Фізичні впливи, які спричиняють невеликі ритмічні прискорення тіла у різних напрямках, викликають коливання певних частин тіла і органів та є основною причиною деяких захворювань.

Під впливом фізичних факторів за рахунок енергетичних запасів організму та включення в роботу відповідних м'язів з'являються фізіологічні реакції, які спрямовані на відновлення початкового стану. Таким чином, результируючі деформації в організмі є ефектом сумарного впливу зовнішніх факторів і його фізіологічних реакцій. Так як включення фізіологічних реакцій здійснюється нервовою системою, то при їх високій інтенсивності може наступити втома нервової системи [1].

Для живих систем характерний високий ступінь функціональності, тому експериментальне дослідження їх механічних характеристик неможливе без урахування умов їх функціонування, як цілісного живого організму. Тому механічна міцність будь-якої ділянки людського тіла безпосередньо залежить від його функціонального стану, зв'язку з іншими ділянками і системами тіла. Стосовно живих об'єктів, поняття "міцність" значною мірою пов'язане з його функціональною стійкістю до конкретного несприятливого фактора.

Тому проблема забезпечення травмобезпеки людини в різноманітних екстремальних ситуаціях, пов'язана з розробкою та випробуванням засобів захисту і рятування, повинна вирішуватися з урахуванням не тільки граничної міцності різних структур тіла людини, а й функціональної стійкості найважливіших систем організму до несприятливих впливів [5].

В умовах швидкої зміни штучного і природного середовища існування, захисні механізми, нагромаджені біологічною еволюцією, виявляються недостатніми, і, незважаючи на величезну увагу до заходів безпеки, рівень травматизму в багатьох сферах людської діяльності не вдається знизити [1].

На відміну від чисто механічних структур, живі системи володіють (у певних межах) здатністю до самовідновлення. Це дещо розширює діапазон змін, які можна вважати оборотними. Іншим важливим фактором є здатність живих систем адаптуватися до тривалих або багатократних впливів зовнішніх факторів помірної інтенсивності шляхом як функціональної, так і морфологічної перебудови окремих структур і систем.

З іншого боку, завдяки високій економічності живих систем зниження "звичного" наприклад еволюційно підкріпленого рівня зовнішніх навантажень, обов'язково викликає зниження функціональних можливостей і міцнісних характеристик опорно-рухового апарату. Так, без відповідних заходів профілактики, травмобезпечне приземлення космонавтів після тривалих польотів було б проблематичним.

Реакції живого організму на зовнішні навантаження мають складний системний характер, тому в окремих випадках "віддалені" (як за місцем, так і за часом) ефекти можуть виявитися більш значимими, ніж безпосередні локальні прояви [5].

Експериментально доведено, що внаслідок особливостей структури тіла людини так звана стабілізація голови в просторі при горизонтальних коливаннях вимагає більшої

затрат енергії, ніж при вертикальних, що, в свою чергу, швидко викликає ознаки втоми. Біологічна система має властивість адаптуватися до вертикальних коливань таким чином, щоб його власна частота коливань якомога більше відрізнялася від частоти збурюючої дії [1].

Важливою умовою ефективності будь-яких заходів захисту людини від несприятливих факторів зовнішнього середовища є обґрунтований вибір вимог до якості цього захисту.

На перший погляд очевидна вимога забезпечення повної (або максимально ефективно) травмобезпеки в усіх мислимих ситуаціях на жаль неконкретна і категорична, бо в такому випадку не враховуються інші, часто суперечні вимоги (ергономічні, фізіологічні, експлуатаційні тощо). Наприклад, м'який скафандр з "абсолютно пружним" надлишковим тиском стає практично негнучким, і т. ін.

Не зважаючи на труднощі, пов'язані з формулюванням кількісних вимог до забезпечення травмобезпеки в екстремальних ситуаціях, випадки, коли ці вимоги взагалі не здаються, абсолютно неприйнятні. Так, свідоме заниження рівня максимальних навантажень на етапі проектування, наприклад при розрахунку міцності авіаційних пасажирських сидінь до величини 8–10 g, викликає численні травми пасажирів при аварійній посадці або при зіткненнях літака зі сторонніми предметами на рульовжках чи штурвално-посадочній смузі. Якщо врахувати, що при якісній фіксації людського тіла в аварійній у горизонтальній площині прийнятними можуть вважатися величини навантажень 30–40 g, таким травмам можна було б надійно запобігти.

Поняття "значимі зміни" в людському організмі при травмах вимагає певного розуміння. Наприклад, з урахуванням особливостей професійної діяльності, якість захисту екіпажу літака чи космічного апарата від удару в голову рахується прийнятною, а результат випробувань засобів захисту – задовільним, якщо його стан безпосередньо після травми дозволяє йому самоврятуватися в аварійній ситуації, вижити у безлюдній місцевості протягом двох-трьох діб, а після спеціалізованого лікування досягти повної професійної і фізичної реабілітації. І хоча питома вага перелічених вимог може змінюватись, аналогічний критерій до окреслення значущості змін організму прийнятний для різних ситуацій.

Слід пам'ятати, що більшість сучасних засобів індивідуального захисту і регулювання виконуючи свої функції лише в екстремальних або в аварійних ситуаціях, елементами спорядження або робочого місця оператора, тобто використовуються в "екстремальних" умовах експлуатації. Однак ергономічні вимоги до штатних і аварійних конструкцій цих систем, як правило, істотно відрізняються і часто суперечливі. Наприклад, покриття сидіння з точки зору комфортності та вібропоглинання при штатній експлуатації і його надійність при екстремальних навантаженнях (під час аварійного зупинення, зіткнення, вертикального удару при приземленні після стрибка парашюта, або під час його перевероту тощо) недостатньо жорстке). Тому вимоги до нього слід обов'язково розглядати у комплексі.

У контексті вищевикладеного, до першого рівня функціональної міцності людського організму можна віднести вимогу забезпечення комфорту і максимальної продуктивності оператора у штатних режимах (такий підхід доцільний і з психологічних міркувань, адже він не нав'язує оператору незручного спорядження, яке заважає у штатній діяльності і викликає небезпеку його недбалості підгонки і регулювання, що у випадку аварії може призвести до травми).

Другий рівень функціональної міцності стосується дій в аварійних та екстремальних ситуаціях.

Широке впровадження у професійну діяльність (на транспорті, в спорті тощо) нових технічних засобів призвело до зросту технічного травматизму, не дивлячись на особливу увагу до підвищення їх надійності. В цих умовах особливого значення відіграє вірогіднісний аспект проблеми. Тому в біомеханіці зазвичай обмежуються довірливим рівнем 0,95 (набагато рідше 0,90 або 0,99), враховуючи, що навіть найжорсткіше значення "абсолютно безпечного" рівня впливу на людину несприятливого фактора все одно передбачає певну (хоча і дуже низьку) вірогідність травми.

З урахуванням останнього доцільно впровадити так званій третій рівень функціональної міцності людського організму – забезпечення збереження життя, тому що для вкрай малоїмовірних поєднань різних несприятливих факторів в умовах аварії стає практично неможливим забезпечити не лише комфорт, а й травмобезпеку.

Відсутність після несприятливого зовнішнього впливу на організм (наприклад ударного контактного навантаження елементів людського тіла) необоротних змін кісткової тканини не може бути прийнята в якості об'єктивного критерію прийняття травмобезпеки, тому що при черепно-мозковій травмі відсутність змін шкіряного покриву і кісткової тканини зовсім не означає, що відсутні серйозні порушення свідомості, кровообігу і дихання: у даному випадку критичною виступає не механічна а функціональна цілісність організму.

Хребет має достатню міцність при поздовжніх і кутових навантаженнях, одночасно забезпечуючи високу рухливість тулуба і шиї. Пружинна форма хребта (грудний кіфоз, шийний і поперековий лордоз), філогенетично обумовлена вертикальним положенням людини при більшості режимів рухової діяльності і забезпечує його амортизаційні можливості і рухливість.

Загальноприйнято класифікувати пошкодження хребта та його елементів наступною шкалою:

- 0 – відсутність пошкоджень;
- 1 – "безсимптомна травма";
- 2 – тріщини кінцевих пластинок з проникненням углиб тіла хребця;
- 3 – компресійний перелом зі зниженням висоти тіла хребця (можливе утворення відламків без зміщення);
- 4 – перелом тіла хребця з утворенням рухомих фрагментів;
- 5 – тотальне руйнування тіла хребця з роздробленням кісткової тканини.

Рівень "0" – без коментарів.

Рівень "1" – це травма, яка не розпізнається при рентгенологічному обстеженні. Ця мінімальна травма призводить до мікроскопічних змін структури хребця, проявляється в погіршенні його механічних характеристик, а конкретно – у збільшенні його податливості. Проте можна очікувати, що така мінімальна травма не призведе до помітних наслідків для організму в цілому, а умови її виникнення можна прийняти за верхню межу допустимого діапазону умов ударного вертикального навантаження хребця.

Рівень "2" по аналогії можна розглядати, як верхню межу пошкоджень. Безперечно небажані, але очевидно не є серйозною загрозою для життя. Умови такої травми можна прийняти, як умовно допустимі в аварійній ситуації, коли головним завданням є рятування життя.

Рівні "3–5" – слід вважати абсолютно недопустимими [5].

Поглиблене вивчення умов функціонування опорно-рухової системи людини передбачає встановлення факторів, які приводять до руйнування біомеханічних систем – кісток, суглобів, м'язів, зв'язок, сухожилків, – а також встановлення факторів, які призводять

руйнування та визначення запасу їх міцності і пристосувальних механізмів. Така інформація дозволяє вирішувати конкретні інженерні і медичні завдання.

Руйнування живого організму кваліфікується, як травма. Наприклад, можна згадати відносно простий випадок – травму стегнової кістки людини при лобовому зіткненні автомобілів. Внаслідок різкого від'ємного прискорення водій зміщується вперед і, крім удару головою в лобове скло і грудною клітиною в кермо, водій ще зіткнувся колінним суглобом об панель приладів. Його тривалість звичайно становить 0,1 – 150 мс. При вивченні процесу передачі енергії удару через колінний суглоб на автомобілі було встановлено [5], що сила поздовжнього удару, при якій руйнується стегнова кістка, лежить у межах від  $10,6 \pm 2,7$  кН (жорсткий удар об панель приладів вантажного автомобіля, запущеного роком двадцять тому автомобіля) до  $18,3 \pm 6,9$  кН (удар через амортизатор прокладку сучасної конструкції).

Наведений приклад показує, що для захисту необхідно досягти виграшу в часі, зменшити пружно-в'язкі системи опорних органів, щоб максимально використати амортизуючі властивості не тільки технічних засобів захисту, а й тканин людини.

Роль травмозахисних пристроїв важко переоцінити: впровадження прив'язних систем в автомобілях зменшило кількість смертних випадків в усіх країнах на 20 – 30%. Впровадження захисних касок – на 30%. Проте застосування перших захисних касок, які мали значну масу, призвело до частих переломів шийних хребців, так як велика маса каски при аварії збільшує момент інерції голови до травмонебезпечних рівнів. Запобігти цьому, особливо в молодому віці водіїв (наприклад, у картингу), можна лише з додатковим впровадженням так-званих “ошейників” [5].

Кожна автомобільна прив'язна система, аби бути допущеною до експлуатації, повинна пройти відповідну сертифікацію (омологацію). Для цього спочатку зусиллям, еквівалентним 7-ми тонам маси протягом двох мілісекунд перевіряють місця кріплення ременів безпеки (моделювання лобового зіткнення). Далі протягом 24-х годин масою 10 кг перевіряють самі паси, визначаючи, чи не потріскали нитки і наскільки ремені розтягнулися. В останню чергу також ретельно перевіряють замки і міцність ременів на розривання [8].

Автомобільний спорт і спорт взагалі – одна з не багатьох галузей людської діяльності, де вдалося впровадити максимальну кількість захисних засобів, що, не зважаючи на розвиток науково-технічного прогресу, зростання прискорень і швидкостей, істотно знизило травматизм [5].

FIA ще з 60-х років почала займатися безпекою перегонів Формули-1. Але особливо активно за справу взялися з кінця 70-х, коли технічний прогрес різко рвонув уперед і спричиняв хвилю страшних аварій і жертв. Тільки за період з 1973-го по 1977-ий роки загинуло п'ять гонщиків, один суддя-сигнальник (маршал траси) і шість глядачів, ще кілька пілотів було важко поранено. Новий імпульс зусиллям Федерації у напрямку підвищення рівня безпеки додав “чорний уїк-енд” 1994 року в Імолі, коли загинули Роланд Бартігер і Айртон Сенна, а Рубенс Баррікелло потрапив в лікарню.

Для FIA у питаннях безпеки принесли відчутні плоди. Формула-1 сьогодні є одним з найбезпечніших видів автомобільного спорту. Хоча кількість подій на трасі не зменшилася, (тільки у 2000-му році їх було 62), постраждали у них гонщики в основному від легких травм. Співвідношення кількості аварій і смертей або важких травм у Ф-1 змінилося радикально – зараз воно складає приблизно 300:1. [4].

За час в середині 1994 року за розпорядженням президента FIA Макса Мослі при Формулі-1 була організована Консультативна експертна група (сьогодні – науково-дослідний

інститут безпеки автомобільних змагань) під керівництвом професора Сіда Уоткінса — багаторічного “головного лікаря” Формули-1. До неї увійшли експерти FIA, а також представники конструкторів і пілотів. Кожна аварія на трасі відтепер піддавалася пильному аналізу, щоб точно з’ясувати її причини і обмежити можливість повторення таких інцидентів у майбутньому. За підсумками досліджень експертна група розробляла конкретні вимоги до характеристик машин, рекомендації стосовно застосування тих або інших засобів захисту.

Для здійснення постійного зворотного зв’язку з командами була налагоджена регулярна робота Технічної комісії з Формули-1, куди увійшли всі технічні директори команд Гран-Прі. У конструкторських бюро команд принципово помінявся підхід до питань безпеки — у кожній команді тепер постійно ведуться власні дослідження у цій галузі. Безпека сьогодні — єдиний аспект в охопленій шпівноманією Формули-1, де всі команди охоче співпрацюють одна з однією заради порятунку життя гонщиків.

Фахівці Комісії з безпеки працювали у двох основних напрямках. Перший — запобігання самим аваріям. Другий — головний — зменшення травматизму в результаті зіткнень. [2].

Організація безпеки Гран-Прі є тепер складною системою з розгалуженою інфраструктурою. На неї виділяються серйозні кошти, цілі колективи фахівців працюють над усіма її складовими: устаткуванням і обслуговуванням трас, конструкцією автомобілів, організацією пожежної і медичної служб, фізичною і психологічною підготовкою гонщиків і персоналу команд до екстремальних ситуацій тощо.

FIA почала звертати пильну увагу на безпеку шоломів з початку 60-х. У цій роботі Федерація співпрацювала з багатьма науково-дослідними організаціями, у тому числі з меморіальним Фондом Snell, що займається розробкою стандартів безпеки захисних гоночних шоломів. Утворений у 1957-му році в США фонд Snell, присвячений пам’яті американського гонщика Пітера Снелла, який загинув в автокатастрофі на перегоні однією з найавторитетніших експертних організацій у цій галузі, сертифікат якого визнається усіма найбільшими автотоспортивними федераціями світу. У 1968-му році всім учасникам чемпіонату світу було рекомендовано оснастити свої шоломи ударозахищеними забралами. Але спочатку їх здатність витримувати ударні навантаження була недостатньою. Прихильники Хуана-Пабло Монтойї знають, що в 1997-му році їх кумир починав свої виступи у Формулі-3000 в команді RSM Марко. Проте лише деякі серед них знають, що її власник — австрієць Хельмут Марко колись був висхідною зіркою Формули-1. У 1972-му році на Гран-прі Франції в Клермон-Феррані 28-річний пілот команди BMW втратив око, коли камінчик, що вилетів з колеса машини, яка йшла попереду, пробив забрало його шолома.

На початку 70-х експериментувати з новими матеріалами для захисних шоломів став чемпіон світу Джекі Стюарт — він першим у Ф-1 зламав старі стереотипи погляду на безпеку, заявивши: “Мені платять за моє мистецтво гонщика, а не за те, щоб ризикував життям!” З 1977-го року FIA прийняла стандарти захисних шоломів для Ф-1, які з цього часу стають лише більш жорсткими. Нове “закручування гайок” послідувало після трагічної аварії Айртон Сенни в Імолі-94 — великого бразильця погубив уламок важеля підвіски, що пробив шолом, як спис.

Щоб опинитися на голові автогонщиків, шолом обов’язково повинен отримати омологачію FIA, а для цього — пройти суворі краш-тести при перепадах температур від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Він зобов’язаний протягом 45-ти секунд витримувати відкрите полум’я з температурою  $800^{\circ}\text{C}$ , його забрало — попадання каменя, що летить із швидкістю 500 км/год, а ремінь підборіддя — масу до 35 кг.



ому маса шолома Ф-1 порівняно невелика – 1,25–1,30 кг (в порівнянні з си, яку мають стандартні зразки). Адже, чим легший шолом, тим меншим є навантаження на м'язи шиї гонщика при розгоні і гальмуванні автомобіля, і проходженні криволінійних ділянок траси. До речі, після повного зання (яке займає близько 22 годин), маса шоломів збільшується всього станніми роками розробники шоломів все частіше відходять від класичної ми – на їх виробках з'являються різноманітні аеродинамічні виступи і що зменшують підйомну силу, діючу на підборіддя пілота, і покращують Останнім часом моделі шоломів нерідко продувають в аеродинамічній а з моделями гоночних болідів, щоб досягнути ідеальної аеродинаміки. що такі шоломи коштують щонайменше у 10 разів дорожче від серійних пинникова 1].

дніше виявилось упровадити в практику Формули-1 системи захисту голови NS). Вона була розроблена ще у 1991-му році професором Мічиганського ого університету Робертом Хаббардом для запобігання одній з ченіших і частих травм в автомобільних перегонах — пошкоджень шиї. ній Хаббардом пристрій у формі хомута, який фіксується на плечах пілота і кріпиться ззаду до шолома, дозволяв знижувати навантаження на шию при фронтальному ударі з 1000 до 130 г.

система відносно давно прижилася в Америці: пілоти автомобільних перегонів R і CART успішно використовують її на своїх перегонах з 2000 року. Проте і гонщики Формули-1 віднесли до новинки скептично. Інженери виражали що пристрій, сконструйований з розрахунку на аварії, типові для перегонів R і CART, так само ефективно проявлятиме себе на кільцевих трасах. Гонщики обних тестів скаржилися на незручність конструкції. Проте FIA проявила ливість. До випробувань і удосконалення HANS підключилися фахівці компанії es і Комісія по безпеці Сіда Уоткінса — і в 2002-му році вдалося створити ьо комфортні “ошийники” за індивідуальними мірками, і на Гран Прі Італії в пілоти команди Sauber Феліпе Маса і Нік Хайдфельд вперше випробували HANS ових умовах”. З 2003-го року в регламенті Ф-1 (правда з певними умовами) ване обов'язкове використання HANS — судячи з усього, керівництво FIA вирішила зламати упертість пілотів задля їхнього-ж блага [4].

есь спектр механічних впливів на організм у нормальних умовах і в аварійних іях, можна умовно поділити на дві групи – тривалої дії і короткочасні (наприклад, о голові чи тривале перебування у важкій захисній касці). Для кожної групи рів характерні свої біомеханічні прояви, свої специфічні засоби захисту і нсації.

Тривалі малоінтенсивні впливи характеризуються порушенням місцевого обігу і наступних біохімічних та інших функціональних змін в тканинах, які одять до несприятливих суб'єктивних симптомів і структурних змін.

Біохімічні процеси, пов'язані із загальним і локальним обміном речовин найбільш йні з усіх інших фізіологічних механізмів адаптації до зовнішніх впливів, і повинні ги сотні годин, поки несприятливі впливи малої інтенсивності викличуть істотні і фізико-хімічних властивостей біомеханічної системи. Зате кровообіг і дихання оються за лічені секунди або десятки секунд, але при ударних перевантаженнях ми у них можна знехтувати. У цей же час реакція на короткочасні навантаження но залежить від м'язової “зібраності” – усвідомленої чи умовно-рефлекторної.

Ударні ж навантаження не встигають викликати жодних фізіологічних реакцій організму, і його у цьому випадку можна розглядати, як чисто механічну систему.

Тривалі локальні навантаження на шкіру – тиск у 5 – 50 кПа спричиняють лише оборотні деформації м'яких тканин. Нижня границя цього діапазону перевищує значення кров'яного тиску в численних мілких поверхневих судинах. Тривала локальна дія такого навантаження викликає знекровлення “зім'ятої” ділянки тканини, і разом із збудженням тактильних рецепторів призводить до відчуття дискомфорту, виникнення больового відчуття, зниження працездатності – тобто до порушення так званого першого рівня функціональної міцності людського організму.

Таким чином, біомеханічний аспект проблеми полягає в одержанні об'єктивних кількісних вимог до характеристик засобів захисту, які забезпечували б з одного боку травмобезпеку в аварійній ситуації, а з іншого – комфорт і працездатність в умовах повсякденної експлуатації.

Важливою реакцією організму на тривалі перевантаження є зміни в серцево-судинній системі. Обумовлене інерційними силами підвищення гідравлічного тиску завдяки еластичності судинної системи викликає перерозподіл крові у напрямку перевантаження. При граничних гальмуваннях і розгонах, а також при швидкісному проходженні поворотів, перерозподіл крові відбувається у поперечній площині і викликає недокрів'я певних ділянок кори головного мозку, яке викликає миттєву втрату свідомості.

Під час вертикальних перевантажень (долання ввігнутих ділянок траєкторії приземлення після стрибка тощо) відбувається перерозподіл крові у вертикальному напрямку – до судин черевної порожнини, таза і нижніх кінцівок, що зменшує потік венозної крові до серця і легень і викликає зменшення потоку артеріальної крові, збагаченої киснем (в т.ч. і до кори головного мозку).

Дуже небезпечним наслідком недокрів'я голови є порушення кровообігу, так як в порожнині цих органів постійно повинен підтримуватися надлишковий тиск у 20 мм рт. ст. (2,7 кПа), який має подолати артеріальна кров, необхідна для омивання сітківки – світлосприймаючої структури зорового аналізатора. Миттєве або періодичне порушення зорової функції є першою ознакою згаданої вже втрати функціональної міцності біологічної системи.

Зміна положення тіла водія відносно вектора перевантаження, наприклад нахил тіла назад на 78–80°, багаторазово підвищує переносимість перевантажень у вертикальній площині. Проте ця поза значно погіршує ергономічні показники роботи, веде до втрати за все оглядовості і точності дій. Тому краще індивідуально профілювати об'єкти поверхні сидіння, що знижує вірогідність появи больових відчуттів та появу підшкірних крововиливів, а також покращує біомеханіку дихання.

В позі сидячи у кріслі пасажири транспортного засобу, за умови їх надійної фіксації прив'язаними системами, можуть витримувати горизонтальні перевантаження в середньому до 20–25 g. Але це вимагає дотримання додаткової вимоги – саме крісло повинно бути достатньо міцним, і кріпитись у жорсткому модулі, що оточує людину, щоб надійно витримувати перевантаження до 40–50 g.

Оптимізація пози і удосконалення системи фіксації шляхом збільшення площі контакту сидіння і пасів безпеки з тілом дозволяє підвищити допустимий рівень ударних перевантажень у 1,5 – 2,0 рази [5].

## Висновки

1. Результати наших досліджень показали, що “міцність” суб’єктивного фактора системи “людина – машина” слід розглядати, як функціональну міцність організму людини трьох рівнів.

Перший рівень функціональної міцності – вимога забезпечення комфорту і екстремальної працездатності оператора у штатних режимах.

Другий рівень функціональної міцності – результат аварійних та екстремальних ситуацій; особливе значення відіграє вірогіднісний аспект проблеми з довірчим рівнем (забагато рідше 0,90 або 0,99), враховуючи, що навіть найжорсткіші значення “абсолютно безпечного” рівня впливу на людину несприятливого фактора все одно означає певну (хоча і дуже низьку) вірогідність травми.

Третій рівень функціональної міцності людського організму – забезпечення збереження життя, тому що для вкрай малоймовірних поєднань різних несприятливих факторів в умовах аварії стає практично неможливим забезпечити не лише комфорт, а й травмобезпеку.

Відсутність після несприятливого зовнішнього впливу на організм необоротних змін кісткової тканини не може бути прийнята у якості об’єктивного критерію прийнятної травмобезпеки, тому що при черепно-мозковій травмі відсутність змін шкіряного покриву і кісткової тканини зовсім не означає, що відсутні серйозні порушення діяльності, кровообігу і дихання: у даному випадку критичною виступає не механічна, а функціональна цілісність організму.

2. Впровадження прив’язних систем в автомобілях зменшило кількість смертних випадків в усіх країнах на 20 – 25%, а впровадження захисних касок – на 30%. Проте впровадження перших захисних касок, які мали значну масу, призвело до частих травм шийних хребців, так як додаткова маса каски при аварії збільшує момент дії голови до травмонебезпечних величин.

Члени Комісії з безпеки змагань Міжнародної Автомобільної Федерації (FIA) працюють у двох основних напрямках. Перший — це запобігання самим аваріям. Другий напрям — зменшення травматизму в результаті зіткнень.

FIA почала звертати пильну увагу на безпеку шоломів з початку 60-х. У 1968-му році всім учасникам чемпіонату світу було рекомендовано оснастити свої шоломи спеціальними забралами.

Щоб опинитися на голові автогонщиків, шолом обов’язково повинен отримати схвалення FIA, а для цього – пройти суворі краш-тести при перепадах температур від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Він зобов’язаний протягом 45-ти секунд витримувати відкрите полум’я температурою  $800^{\circ}\text{C}$ , його забрало – попадання каменя, що летить із швидкістю 500 м/с, а ремінь підборіддя – масу до 35 кг.

При цьому маса шолома Ф-1 порівняно невелика – 1,25 – 1,30 кг (в порівнянні з 2,5 кг маси, яку мають стандартні зразки).

Система захисту голови і шиї (HANS) була розроблена ще у 1991-му році професором Мічиганського державного університету Робертом Хаббардом для запобігання одній з найнебезпечніших і частих травм в автомобільних перегонах — розриву шиї, дозволяє знижувати навантаження на шию гонщика при фронтальному зіткненні до 130 g.

У 2002-му році створені достатньо комфортні “ошийники” за індивідуальними параметрами, і з 2003-го року в регламенті Ф-1 зафіксоване їх обов’язкове використання.

3. Для живих систем характерний високий ступінь функціональності, тому їх механічні характеристики безпосередньо залежать від умов їх функціонування, як цілісного живого організму. Тому механічна міцність будь-якої ділянки людського тіла безпосередньо залежить від його функціонального стану, зв'язку з іншими ділянками і системами тіла. Стосовно живих об'єктів, поняття "міцність" значною мірою пов'язане з його функціональною стійкістю до конкретного несприятливого фактора.

Тому проблема забезпечення травмобезпеки людини в різноманітних екстремальних ситуаціях, пов'язана з розробкою та випробуванням засобів захисту і рятування, повинна вирішуватися з урахуванням не тільки граничної міцності різних структур тіла людини, а й функціональну стійкість найважливіших систем організму до несприятливих впливів.

Високий рівень фізичних перевантажень, які повинен витримувати організм автогонщика в стандартних, а особливо – в екстремальних та аварійних ситуаціях, вимагає істотного підвищення функціональної міцності його організму шляхом спеціальної фізичної підготовки із застосуванням сучасних технологій.

### Література

1. Бранков Г. *Основы биомеханики* / Пер. с болг. В.Джупанова под ред. И.В.Кнетса. – М.: Мир, 1981. – 254 с.
2. Оспинникова К. *Безопасность в Ф1: броня крепка* // *Автоспорт*. – 2003. – №3. – С. 42–44.
3. Оспинникова К. *Защити себя сам* // *Автоспорт*. – 2003. – №4. – С. 44–46.
4. Оспинникова К. *Безопасность в Ф1: главное чтобы костюмчик сидел* // *Автоспорт*. – 2003. – №9. – С. 40–42.
5. *Проблемы прочности в биомеханике: Учеб.пособ. для технич. и биол. Спец. вузов* / Под ред. И.Ф.Образцова. – М.: Высшая школа, 1988. – 311 с.
6. Dr Sel. *Zderzenia i skutki* // *Auto Swiat*. – 2003. – №12. – S. 39.
7. Dr Sel. *Jak uniknŃeж obracec* // *Auto Swiat*. – 2004. – №14. – S. 41.
8. Dr Sel. *Pasy bezpieczeцstwa* // *Auto Swiat*. – 2004. – №17. – S. 45.

## PREVENTION OF OVERLOADS ON THE ORGANISM OF SPORTSMAN IN MOTOR-CAR SPORT

Oleg RYBAK

*Lviv State Institute of Physical Culture*

**Abstract.** On the basis of study of kinds and levels of overloads on the organism of racing motorists during motor-car races in standard and in emergency situations, and also systems of passive defence, which are used in motor-car sport, the levels of functional durability of still human organism are offered, and also ways of rise of safety of racing drivers, including due to the special physical preparation.

**Key words:** motor-car sport, overloads, racing motorists.