

ВОЗМОЖНОСТИ СТАБИЛОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ У РАБОТНИКОВ

Сушинская Т.М.¹, Рыбина Т.М.¹, Кардаш О.Ф.¹, Семижон С.Е.²

¹Республиканский центр охраны труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь,
Минск, Республика Беларусь;

²Филиал АОА «МТЗ» «Медицинский центр МТЗ», Минск, Республика Беларусь

Реферат. Оценены возможности применения стабیلіграфічнага даследавання для выяўлення постуральнага дысбаланса ў рабочых, падвергавшыхся ўздзеянню прайзводстvenнай вібравіі. Прааналізаваны рэзультаты стабیلіграфічнага даследавання 152 работніков, занятых в условиях воздействия различных видов вібравіі. Получены данные, указывающие на изменение проприоцептивной чувствительности у работников, подвергавшихся воздействию производственной вібравіі более 10 лет.

Ключевые слова: производственная вібравіі, вертикальная поза, стабیلіграфія.

Введение. Воздействие вредных производственных факторов и неблагоприятных условий труда приводят не только к развитию профессиональных заболеваний, но и способствуют развитию общих, не связанных с производственной деятельностью заболеваний. До сих пор, несмотря на модернизацию производства, сохраняются рабочие места с вредными и опасными условиями труда, не отвечающие гигиеническим нормативам. В Беларуси более 30% рабочих профессий связано с воздействием производственной вібравіі, среди них основная доля приходится на машиностроительную отрасль.

Производственная вібравіі в зависимости от способа передачи механических колебаний подразделяется на локальную и общую. В восприятии вібравіі участвуют кожный, проприоцептивный, интероцептивный, вестибулярный анализаторы. Поэтому отрицательное воздействие вібравіі проявляется в виде снижения кожной чувствительности, изменения электровозбудимости и лабильности нервно-мышечного аппарата, нарушения регуляции позы и организации движений [1].

Система постурального контроля, основной функцией которой является сохранение равновесия в вертикальном положении, включает ряд подсистем: нервная система, опорно-двигательный аппарат, различные сенсорные системы (суставно-мышечная чувствительность, вестибулярный аппарат, зрение, слух, барорецепторы стопы и т. д.). На основании информации, поступающей через сенсорные входы (зрительный, глазодвигательный, височно-нижнечелюстной, шейный, плантарный и т. д.), выстраивается тактика сохранения равновесия. Дисфункция сенсорных входов ведет к искажению информации, поступающей в ЦНС, и, как следствие, к постуральному дисбалансу [2, 3].

Провести оценку устойчивости вертикальной позы (ВП) и оценить вклад различных систем в поддержание функции равновесия позволяет стабیلіграфічнае даследаванне — рэгістрацыя перемещения центра давления (ЦД), оказываемого человеком на стабیلіплатформу в процессе поддержания им вертикальной позы [3–5]. Как известно, с целью поддержания равновесия тело человека совершает колебательные движения в различных плоскостях. Их частота, амплитуда, направление отражают состояние сенсорных систем. При стабیلіграфічнам даследаванні перемещение ЦД измеряется в двух плоскостях — фронтальной (движения вправо-влево) и сагиттальной (движение вперед-назад). В основной стойке колебательные движения в сагиттальной плоскости осуществляются в основном в голеностопных суставах при участии трехглавой мышцы голени (напряжение этой мышцы удерживает от падения вперед). Именно на сигналах, поступающих от проприорецепторов голени и барорецепторов стопы, построена система поддержания ВП в основной стойке. Во фронтальной плоскости колебательные движения менее выражены, осуществляются в тазобедренных и подтаранных суставах, основную нагрузку несут мышцы бедра [2, 3].

В литературе недостаточно данных о влиянии производственной вибрации на функцию равновесия.

Цель работы — при помощи метода стабиллографии выявить воздействие производственной вибрации на регуляцию ВП у работников.

Материалы и методы. Исследование проводилось на компьютерном стабиллоанализаторе с биологически обратной связью «Стабилан-01-2» производства ЗАО «ОКБ «РИТМ» (РФ).

Обследовано 152 работника крупного промышленного предприятия: 104 мужчины и 48 женщин. Были выделены следующие категории: группа 1 — работники, занятые в условиях воздействия локальной вибрации ($n = 64$, 46 мужчин, 18 женщин), группа 2 — работники, занятые в условиях воздействия общей вибрации ($n = 88$, 58 мужчин, 30 женщин). Средний возраст работающих в группе 1 составил 43 ± 11 года, в группе 2 — $44 \pm 11,7$ года. Средний стаж работы в условиях воздействия вибрации — $14,6 \pm 10$ и $15,5 \pm 11,2$ года соответственно. Стаж работы в условиях воздействия вибрации более 10 лет (стажированные работники) был у 52% работников как в группе 1, так и в группе 2 (таблица 1).

Таблица 1. — Распределение работников по группам

Параметр	Локальная вибрация		Общая вибрация	
	стаж до 10 лет ($n = 31$)	стаж более 10 лет ($n = 33$)	стаж до 10 лет ($n = 42$)	стаж более 10 лет ($n = 46$)
Возраст, годы	$36,8 \pm 8,7$	$49 \pm 9,6$	$36,1 \pm 9,4$	$51,4 \pm 8,2$
Стаж, годы	$7,5 \pm 2,6$	$21 \pm 10,2$	$6,8 \pm 3,1$	$23,6 \pm 9,9$

Выполнялись тесты с поворотом головы в стороны с целью усиления проприоцептивного потока с шейного отдела позвоночника, тест Ромберга. Длительность функциональных проб составляла 20 с, перерыв между ними — 60 с. Во всех пробах использовался европейский вариант установки стоп на стабиллоплатформу.

Тест с поворотом головы состоял из трех проб: фоновой, поворот головы направо и поворот головы налево. Учитывалось смещение и изменение величины девиации во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

Тест Ромберга состоял из двух проб: с открытыми и закрытыми глазами. Степень использования пациентом зрения для контроля ВП оценивалась посредством коэффициента Ромберга (КР) — отношение площадей доверительного эллипса в пробе с закрытыми глазами к пробе с открытыми глазами [2, 3, 5].

Устойчивость ВП оценивалась с использованием следующих показателей [4, 6, 7]:

- смещение ЦД во фронтальной плоскости (МОх), в сагиттальной плоскости (МОу);
- средняя скорость перемещения ЦД (V);
- площадь доверительного эллипса (Sell);
- длина траектории ЦД во фронтальной (LX) и сагиттальной плоскости (LY);
- коэффициент LFS;
- показатель VFY;
- качество функции равновесия (КФР);
- коэффициент резкого изменения направления движения (КРИНД).

Для сравнения использовались нормативные данные, полученные французским постурологическим обществом в 1985 г. [4, 7].

Статистическая обработка проведена с использованием пакета статистических программ Statistica 6.0 (StatSoft, США). Данные представлены в виде медиана (25, 75-й перцентиль). Достоверность межгрупповых различий оценивалась с использованием непараметрического критерия Mann-Whitney. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Поворот головы в сторону вызывал изменение функции равновесия у всех лиц. У стажированных работников, занятых в условиях воздействия общей вибрации, изменения были более выражены при повороте головы вправо. Это проявлялось увеличением длины траектории, скорости перемещения ЦД, снижением КФР ($p < 0,05$). Результаты теста с поворотом головы представлены в таблице 2.

Направление смещения ЦД в процессе проб происходило преимущественно в соответствующую повороту головы сторону и назад (таблица 3).

Анализ стабиллографических показателей в пробе с открытыми глазами выявил достоверно более высокие показатели скорости перемещения ЦД, длины траектории ЦД в сагиттальной плоскости и показателя LFS, характеризующего энергетические затраты на поддержания ВП, у стажированных работников группы 2, чем у работников группы 1 с соответствующим стажем. При этом площадь доверительного эллипса практически не отличалась или даже была несколько ниже, т. е. для поддержания ВП работниками, занятыми в условиях воздействия общей вибрации более 10 лет, затрачивалось больше усилий (таблица 4).

Таблица 2. — Показатели теста с поворотом головы, Ме (25%;75%)

Параметры, стаж	Локальная вибрация			Общая вибрация		
	фоновая проба	голова направо	голова налево	фоновая проба	голова направо	голова налево
V, мм/с До 10 лет	7,7 (6,4; 10)	8,3 (7,4; 10)	7,3 (6,4; 8,7)	8,1 (6,5; 9,5)	8,3 (7,5; 11)	7,6 (6,6; 10,3)
Более 10 лет	7,5 (6; 9,6)	7,7 (6,6; 9,7)	7,5 (6,5; 9,9)	7,9 (6,1; 11,8)	9,2 (7,4; 12,3)	8,9 (6,9; 12,1)
LY, мм До 10 лет	120 (99; 163)	134 (116; 153)	112 (102, 127)	118 (99; 142)	129 (112; 147)	116 (99; 139)
Более 10 лет	122 (103; 156)	114 (95; 163)	119 (94; 155)	127 (100; 172)	148 (125; 198)	147 (105; 184)
КФР, % До 10 лет	87 (76; 91)	86 (80; 87)	88 (85; 91)	86 (80; 91)	85 (75; 88)	87 (78; 91)
Более 10 лет	88 (81; 92)	88 (81; 91)	88 (80; 92)	87 (74; 92)	83 (69; 88)	84 (73; 90)

Таблица 3. — Смещение центра давления в пробе с поворотом головы, Ме (25%;75%)

Тип вибрации		Фоновая проба	Голова направо	Голова налево
Локальная вибрация	МОх, мм	-0,7 (-2,1; 1,4)	1,5 (-1,4; 3,8)	-2,3 (-5,5; 1)
	МОу, мм	-0,7 (-5,9; 4,5)	-1,5 (-5,1; 2,8)	-1,7 (-5,5)
Общая вибрация	МОх, мм	0,2 (-2,2; ,8)	1,9 (-0,6; ,6)	-1,8 (-5,2; 2,3)
	МОу, мм	-0,3 (-2,9; 2,9)	-2,4 (-7,7; 1,6)	-3,4 (-8,4; 1,7)
Примечание — Значения МОх больше 0 — смещение ЦД вправо, меньше 0 — влево; значения МОу больше 0 — смещение ЦД вперед, меньше 0 — назад.				

Таблица 4. — Показатели теста Ромберга, Ме (25%;75%)

Параметры Стаж	Локальная вибрация			Общая вибрация		
	глаза открыты	глаза закрыты	отношение	глаза открыты	глаза закрыты	отношение
V, мм/с До 10 лет	8,3 (7; 10,1)	11,6 (9,7; 14,7)	1,5 (1,2; 1,8)	8 (6,5; 9,9)	10,6 (9,5; 14,6)	1,4 (1,1; 1,7)
Более 10 лет	7,9 (6,5; 9,5)	10,1 (8,5; 15,4)	1,4 (1,2; 1,6)	9,1 (7,5; 11)	12,2 (9,3; 18,9)	1,3 (1,1; 1,7)
S _{еп} , мм ² До 10 лет	116 (84; 164)	150 (121; 218)	1,4 (1; 2)	99 (76; 227)	135 (72; 205)	1 (0,6; 1,7)
Более 10 лет	111 (81; 143)	154 (87; 223)	1,4 (0,7; 1,8)	105 (72; 192)	146 (92; 217)	1,1 (0,8; 1,7)
LY, мм До 10 лет	130 (104; 144)	182 (140; 227)	1,5 (1,2; 1,8)	123 (99; 144)	173 (134; 216)	1,4 (1,2; 1,8)
Более 10 лет	119 (99; 141)	162 (127; 218)	1,4 (1,2; 1,7)	143 (117; 178)	205 (148; 304)	1,3 (1,2; 1,7)
LFS, 1/мм До 10 лет	1,2 (0,8; 1,6)	1,3 (0,7; 1,6)	0,9 (0,8; 1,5)	1,2 (0,8; 1,8)	1,4 (1; 2,1)	1,4 (0,9; 1,7)
Более 10 лет	1,2 (0,9; 1,6)	1,3 (1; 1,7)	1,1 (0,9; 1,5)	1,3 (0,9; 1,8)	1,4 (1; 2)	1,1 (0,9; 1,6)
КФР, % До 10 лет	85 (79; 90)	73 (62; 80)	0,9 (0,8; 0,9)	87 (80; 91)	77 (63; 82)	0,9 (0,8; 1)
Более 10 лет	86 (81; 91)	78 (60; 85)	0,9 (0,7; 1)	83 (75; 88)	71 (48; 82)	0,9 (0,6; 1)

При депривации зрения компенсаторно возрастает роль других сенсорных систем в процессе поддержания ВП. При наличии же дисфункции этих систем следует ожидать более выраженные изменения функции равновесия при стабильнографическом исследовании с закрытыми глазами. Данные изменения были выявлены среди обследованных нами работников.

При проведении теста Ромберга депривация зрения вызвала смещение ЦД в сагитальной плоскости на -1 (-7,1; 6,1) мм у лиц, занятых в условиях воздействия локальной вибрации, т. е. ЦД сместился назад, а у лиц, подвергающихся воздействию общей вибрации, — на 1,3 (-2,7; 8) мм, т. е. ЦД сместился вперед ($p < 0,04$). Это может быть связано с дисфункцией проприоцептивных входов нижних конечностей [3]. Отмечалась различная тактика поддержания равновесия среди стажированных лиц. У работников группы 2 при депривации зрения среднее значение показателя КРИНД увеличилось и составило 12,1 (8,5; 16,4), а у работников группы 1, наоборот, уменьшилось — 7,9 (6,4; 10), межгрупповые различия были достоверны ($p < 0,02$), что свидетельствует о больших энергозатратах на поддержание ВП у работников, занятых в условиях воздействия общей вибрации.

В группе работников, подвергавшихся воздействию локальной вибрации, преимущественно использовалась голеностопная стратегия поддержания ВП за счет напряжения мышц голени, а в группе с общей вибрацией при депривации зрения мышцы голени «выключались», что нашло отражение в изменении показателя VFY. В нашем исследовании при депривации зрения средние значения показателя VFY у лиц группы 1 со стажем работы более 10 лет составили -0,4 (-1,6; 2,9), группы 2 со стажем работы более 10 лет — 1,3 (0,9; 5,7), при этом отрицательное значение показателя указывает на увеличение тонуса мышц голени, положительное — на его снижение.

Оценка степени использования зрения для поддержания ВП показала, что средние значения КР находились в пределах нормальных значений и составили 134 (88; 180) и 111 (74; 166)% соответственно. Отрицательное влияние визуальной информации выявлено у 20 человек (31%) в группе локальной вибрации и у 40 человек (45%) в группе общей вибрации. Дисфункция сенсорных входов выявлена у 8 (13%) и 12 человек (14%) соответственно.

Заключение. На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. С помощью метода стабиллографии возможно выявление нарушений регуляции ВП, вызванных воздействием производственной вибрации, выраженность которых зависит от вида вибрации и стажа.

2. Воздействие на работника производственного вибрационного фактора более 10 лет в зависимости от вида производственной вибрации приводит к изменению двигательной стратегии поддержания вертикальной позы.

Литература

1. Профессиональная патология. Национальное руководство / Н.Ф. Измеров [и др.]. — М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2011. — 777 с.
2. Гаже, П. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека / П. Гаже, Б. Вебер. — Пер. с фр.; под ред. В.И. Усачева. — СПб., 2008. — 316 с.
3. Скворцов, Д.В. Клинический анализ движений. Стабилметрия / Д.В. Скворцов. — М.: «МБН», 2000. — 188 с.
4. Усачев, В.И. Возможности стабилметрического векторного анализа в диагностике постуральных нарушений / В.И. Усачев, Д.Е. Мохов // Материалы I Междунар. симп. «Клиническая постурология, поза и прикус». — СПб., 2004. — С. 32–41.
5. Руководство пользователя «Стабилан-01-2». — Таганрог: ЗАО «ОКБ «РИТМ».

POSSIBILITY OF STABILOGRAPHY FOR ASSESSMENT THE STABILITY OF THE VERTICAL POSTURE IN WORKERS

Sushynskaya T.M.¹, Rybina T.M.¹, Kardash O.F.¹, Semizhon S.E.²

¹Republican Unitary Enterprise “National Center of labour Protection of Ministry of Labour & Social Protection of Republic of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus;

²“MTW Healthcare center”, the Branch of OJSC “MTW”, Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The aim of this study was to evaluate the possibility of using stabilography for identifying postural imbalance in workers exposed to industrial vibration. We analyzed stabilographic parameters characterizing the stability of the vertical posture in 152 workers exposed to industrial vibration. We identified postural changes indicating the disturbances of proprioceptive sensitivity in workers exposed to industrial vibration more than 10 years.

Keywords: industrial vibration, vertical posture, stabilography.