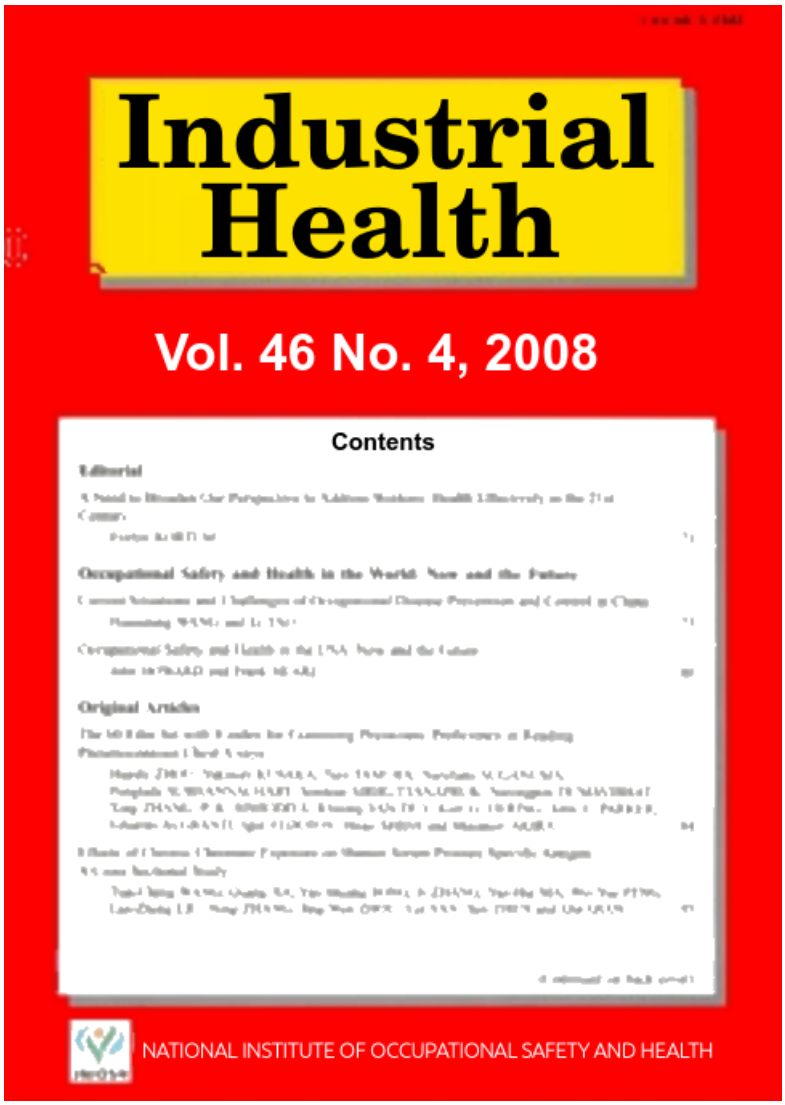
https://doi.org/10.2486/indhealth.46.393
https://www.jstage.jst.go.jp/article/indhealth/46/4/46_4_393/_article/-char/en

Industrial Health
2008, Vol. 46, № 4, pp. 393–396

Журнал издаётся *National Institute of Occupational Safety and Health* (Япония)



Эффект индивидуального обучения работников использованию вкладышей для защиты от шума с помощью устройства, измеряющего ослабление шума

A Trail of Individual Education for Hearing Protection with an Instrument that Measures the Noise Attenuation Effect of Wearing Earplugs

Авторы: Tsukimi Tsukada[1] & Hisataka Sakakibara[2] *

1 *Matsushita Electric Works Electric Control Equipment & Systems, Ltd. Health Care Office, 1123 Tsunoda, Sango, Owariasahi, Aichi 488-8520, Japan*
2 *Nagoya University School of Health Sciences, 41–2 Daiko-minami, Higashi-ku, Nagoya 461-8673, Japan*
* ответственный автор

Краткое сообщение, получено 11 февраля 2008 г., принято к публикации 18 апреля 2008 г.

Реферат

Это исследование проводилось для того, чтобы определить, как индивидуальное обучение работников использованию средств индивидуальной защиты органа слуха (СИЗОС), вкладышей, с помощью устройства, измеряющего ослабление шума, влияет на ослабление шума, и на своевременность использования вкладышей. В исследовании участвовало 68 работников, подвергавшихся воздействию шума >80 дБА в процессе изготовления деталей электронного оборудования в Японии. Они прошли групповое обучение о профилактике нейросенсорной тугоухости, и индивидуальное обучение тому, как правильное использование вкладышей защищает от шума. Индивидуальное обучение проводилось с использованием устройства, приближённо измерявшего ослабление шума вкладышами (аудиометра). После такого обучения увеличилась доля работников, своевременно использовавших СИЗОС. Среди тех, кто работал в более шумных условиях, за 2 месяца после обучения она возросла с 46% до 66%. Также улучшилась защита рабочих от шума во время использования вкладышей: доля работников, у которых ослабление воздействия шума на оба уха было не менее 25 дБА, возросла с 46% перед обучением до 72% непосредственно после обучения. (Положительные) последствия такого обучения наблюдались и спустя 2 месяца после его проведения. Полученные нами результаты показывают, что проведённое индивидуальное обучение может быть эффективным средством для повышение и правильности использования вкладышей, и своевременности их применения в условиях воздействия шума (вероятно, из-за того, что (такое) обучение даёт работникам более полное и правильное представление о защитных свойствах СИЗОС при их правильном использовании).

Ключевые слова: шум, ухудшение слуха, противошумы, обучение

У работников, подвергающихся воздействию чрезмерного производственного шума, часто развивается нейросенсорная тугоухость. По данным регулярных проверок состояния здоровья работников, в 2004 г., из 1 млн. проверявшихся, у около 8,4% порог восприятия звукового сигнала с частотой 4 кГц повысился на ≥ 20 дБ. Японское министерство здравоохранения, труда и благосостояния разработало указания по защите от шума (“Guidelines for Noise Control”, No. 546, October 1, 2002, *на японском языке — прим.*) и стимулирует улучшение условий труда рабочих, которые подвергаются воздействию шума.

Важным защитным мероприятием является использование работником средств индивидуальной защиты органа слуха (СИЗОС) для предотвращения нейросенсорной тугоухости. При этом необходимо решить две важные задачи: увеличить долю времени, в течение которого работник применяет СИЗОС в шумной обстановке, и обеспечить правильное использование противошумов. В Японии отмечено, что даже среди тех работников, которые прошли обучение защите от шума, не наблюдается существенного увеличения доли использования противошумов при воздействии чрезмерного шума [1,2]. Проведённое в 2007 г. исследование показало, что вкладыши в шумной обстановке использует (лишь) 57% работников [3]. Схожие результаты получали и в других странах [**4**,**5**]. В отношении того, насколько правильно вкладыши используются, есть данные, показывающие, что это часто происходит неправильно [6]. А по данным [7-1] лишь 29% работников использует вкладыши правильно. Проведённое в Финляндии исследование показало, что среди не обученных участников 28% использует вкладыши неправильно [**8-1**]. Изучение применения другого СИЗОС, наушников, показало, что для обеспечения их правильного использование необходимо улучшить обучение рабочих [9-1].

Ряд проведённых ранее исследований показал, что для стимулирования работников правильно использовать СИЗОС может быть полезно обучать их, проводя количественные измерения ослабления шума вкладышами, и таким образом (наглядно) показывать, как важно их правильное применение [7-2,**8-2**,9-2]. Если работники понимают, насколько хорошо вкладыши могут защищать их от шума, то они могут стараться использовать их чаще и правильнее. При проведении этого исследования мы провели обучение группы работников профилактике нейросенсорной тугоухости, а также индивидуальное обучение с помощью устройства, количественно измеряющего ослабление шума (*аудиометра — прим.*). Затем мы определили, как это обучение повлияло на долю использования СИЗОС и на ослабление шума у участников через 2 месяца.

В этом исследовании участвовало 68 работников (средний возраст участников 35,5 лет, стандартное отклонение 9,6 год) из всех 76 мужчин (средний возраст 35,5 лет, стандартное отклонение 9,1 год), подвергавшихся воздействию шума с эквивалентным уровнем более 80 дБА. Они изготавливали детали электрооборудования на предприятии префектуре *Айти* в Японии. Проведение исследования было одобрено комитетом по этике медицинского факультета университета Ногои, и все участники дали своё согласие. В исследовании участвовали рабочие, выполнявшие сборку и механическую обработку изделий (31 рабочий, 46%), управлявшие литейными прессами (26 участников, 38%), и рабочие других специальностей (11 человек, 16%). Проверка чувствительности органа слуха показала, что в августе 2004 г. ни у кого из участников не было значительного ухудшения слуха.

В мае 2004 г. 68 участников исследования прошли групповое обучение (2 часа) профилактике нейросенсорной тугоухости. Перед тем, как проводить это обучение, мы с помощью опроса определили, как работники используют вкладыши. В июне было проведено индивидуальное обучение. При этом использовали устройство, измеряющее фактическое ослабление шума у конкретного работника (*earplug checker AG-20A*), изготовитель *Rion Co., Ltd*. В августе мы повторили опрос, и снова измерили ослабление шума с помощью того же устройства, чтобы определить, продолжают ли рабочие использовать вкладыши правильно.

Опрос участников исследования проводился дважды, в мае до группового обучения, и в августе, после группового и индивидуального обучения. В вопроснике были вопросы, относящиеся к возрасту, курению, потреблению алкоголя, наличию заболеваний уха или перенесённых ранее заболеваниях, и воздействию шума в не производственной обстановке (например, стрельба по мишеням), наличие субъективных симптомов (жалобы на плохой слух, звон в ушах), характер выполняемой работы, уровень шума на рабочем месте, использование вкладышей, и то, как часто они заменяются.

Проверка ослабления шума вкладышами проводилась 3 раза: до и сразу после индивидуального обучения в июне, и в августе. При проверке фактического ослабления шума вкладышами, работник сначала надевал и регулировал наушники, закрывая уши, не защищённый СИЗОС, и нажимал кнопку «старт». Затем он нажимал и удерживал нажатой кнопку «отзыв» — до тех пор, пока слышал звук (чистый тон, частота 2 кГц, прерывистый, с перерывами 0,5 секунд). Этот звук издавали динамики, установленные в наушниках. Затем работник вставлял вкладыши (соответствующие требованиям стандарта Японии JIS T8161 EP1), снова нажимал кнопку «старт», и повторял измерение порога восприятия звука. После окончания (второго) замера устройство автоматически определяло разницу в порогах восприятия звуков правым и левым ухом, и показывало соответствующее ослабление шума. Замеры проводились опытным оператором в помещении с низким уровнем фонового шума (менее 45 дБА, измерялся шумомером *NA-29, Rion Co., Ltd.*). Замеры проводили после окончания работы, спустя более чем 1,5 часа после прекращения воздействия шума.

Сравнение частоты использования вкладышей до и после обучения сравнивали с помощью критерия знаковых рангов Уилкоксона (*Wilcoxon matched-paired signed-rank test*). Для сравнения средних ослаблений шума вкладышами, полученных при замерах в июне (до и сразу после индивидуального обучения), и в августе, использовали парный т-тест Стьюдента (*paired t-test*). Для сравнения того, у какой доли участников вкладыши хорошо ослабляют шум (более чем на 25 дБ), использовали *McNemar test*. Все виды статистического анализа проводили с помощью JMP 6.0 (*SAS Institute*).

Как показано в таблице 1, количество работников, обычно использовавших СИЗОС, после обучения возросло: с 38 (56%) в мае до 43 (63%) в августе. А количество обычно не применяющих за этот период уменьшилось, с 13 (19%) до 6 (9%), $p<0,01$. Среди тех рабочих, которые подвергались воздействию сравнительно сильного шума (при разговоре требовалось повышать голос), за указанный период возросла доля тех, кто почти всегда использовал вкладыши: с 16 (46%) до 23 (66%), $p<0,05$. 6 работников, вообще не использовавших СИЗОС в августе, заявили что они мешают слышать звуки при изготовлении штампов и при наладке/регулировке оборудования.

Таблица 1. Своевременность использования вкладышей до и после обучения, с учётом зависимости от уровня шума на рабочих местах

Субъективная оценка уровня шума на рабочем месте	Количество участников (доля, %)	
	До обучения (май)	После обучения (август)
Слабый, можно общаться не повышая голос, 33 рабочих		
Обычно используют вкладыши	22 (67)	20 (61)
Используют вкладыши периодически	6 (18)	8 (24)
Обычно не применяют вкладыши	5 (15)	5 (15)
Сильный, можно общаться лишь повышая голос, 35 рабочих		
Обычно используют вкладыши	16 (46)	23 (66)[a]
Используют вкладыши периодически	11 (31)	11 (31)
Обычно не применяют вкладыши	8 (23)	1 (3)
Все вместе, 68 рабочих		
Обычно используют вкладыши	38 (56)	43 (63)[b]
Используют вкладыши периодически	17 (25)	19 (28)
Обычно не применяют вкладыши	13 (19)	6 (9)

a p<0,05; **b** p<0,01. Сравнение значений, полученных до и после обучения, проводили с помощью критерия знаковых рангов Уилкоксона (*Wilcoxon matched-paired signed-rank test*).

Проверка с помощью устройства показала, что в июне, до и сразу после обучения, среднее ослабление шума немного возросло, таблица 2. Для правых ушей, с 25,2 дБ (стандартное отклонение 9 дБ) до 29,6 дБ (стандартное отклонение 5,8 дБ), p<0,001. Для левых ушей, с 25,4 дБ (стандартное отклонение 8,2 дБ) до 29,8 дБ (стандартное отклонение 6 дБ), p<0,001. Замеры в августе показали, что по сравнению с замерами в июне до обучения, это улучшение сохранилось. Для правых ушей: с 25,2 (9) дБ до 28,7 (7,7) дБ, p<0,01. Для левых ушей, с 25,4 (8,2) дБ до 28,3 (7,1) дБ, p<0,01.

Таблица 2. Фактическое ослабление шума вкладышами, измеренное устройством для их проверки, до обучения, сразу после обучения, и спустя 2 месяца. Показаны средние значения (стандартные отклонения), дБ.

Когда проводилась проверка	**Правые уши**	**Левые уши**
До обучения, июнь	25,2 (9)	25,4 (8,2)
Сразу после обучения	29,6 (5,8)a	29,8 (6)[a]
После обучения, август	28,7 (7,7)b	28,3 (7,1)[b]

Сравнение с результатами до обучения: **a** p<0,001, **b** p<0,01; использовался парный т-тест Стьюдента (*paired t-test*), n=68.

Использование вкладышей до обучения в июне приводило к значительному ослаблению шума (>25 дБ) в правом ухе у 57% участников; в левом ухе у 56% участников; и в обеих ушах одновременно у 46% участников, таблица 3. Сразу после обучения доля таких участников возросла: 80% и более (превышение в правом ухе, p<0,001; или в левом ухе, p<0,001); и 72% в обеих ушах одновременно, p<0,001. При сравнении ослаблений шума после обучения в июне, и спустя 2 месяца, в августе, доля тех, у кого оно превышало 25 дБ возросла. Для левых ушей, с 57% до 74%, и с 46% до 72% в обеих ушах одновременно. А для правых ушей произошло снижение, до 71% (отличие не было статистически значимым).

Таблица 3. Количество участников (и их доля от всех, %), у которых ослабление шума было 25 дБ и выше, до и после индивидуального обучения использованию вкладышей

Время проведения замера	Правые уши	Левые уши	Оба уха
До обучения, июнь	39 (57%)	38 (56%)	31 (46%)
Сразу после обучения, июнь	57 (84%)[a]	55 (81%)[a]	49 (72%)[a]
После обучения, август	48 (71%)	50 (74%)[b]	42 (62%)[b]

a p<0,001; **b** p<0,05 сравнили с результатами, полученными в июне до обучения с помощью критерия знаковых рангов Уилкоксона (*Wilcoxon matched-paired signed-rank test*), n=68.

Из 62 участников исследования, охваченных проверкой и опросом в августе, после индивидуального обучения 39 (63%) изменили способ использования вкладышей, таблица 4. У них было сравнительно небольшое ослабление шума до обучения, как показала инструментальная проверка с помощью устройства в июне; а сразу после обучения (в июне), и спустя 2 месяца (в августе) ослабление значительно улучшилось: p<0,001 (июнь) и p<0,01 (август). А у 23 участников, которые не меняли способ использования вкладышей, уже было достаточно хорошее ослабление шума до обучения; и оно существенно не менялось за период проведения исследования.

Таблица 4. Ослабление шума (дБ) у участников, которые меняли и не меняли способ использования вкладышей. Средние значения (стандартные отклонения).

Время проведения замера	Правые уши	Левые уши
Участники, изменившие способ использования вкладышей		
До обучения, июнь	22,9 (9,3)	24,1 (8,3)
Сразу после обучения, июнь	29,3 (6,5)[a]	30,1 (5,9)[a]
После обучения, август	28,2 (7,7)[a]	28,1 (7,0)[b]
Участники, не изменившие способ использования вкладышей		
До обучения, июнь	28,7 (6,3)	28,3 (5,8)
Сразу после обучения, июнь	30,2 (4,7)	30,6 (6,2)
После обучения, август	27,7 (8,3)	30,0 (7,4)

a p<0,001, **b** p<0,01; использовался парный т-тест Стьюдента (*paired t-test*), n=68.

В результате предпринятых действий, направленных на улучшение защиты от шума, через 2 месяца после индивидуального обучения увеличилась доля тех, кто обычно использовал вкладыши (с 56 до 63%), и уменьшилась доля тех, кто обычно не применяет вкладыши (с 19 до 9%). Значительное увеличение доли использовавших СИЗОС отмечено среди работников, трудившихся в более шумной обстановке (где для общения требовалось повышать голос), с 46 до 66%. Доля работников, у которых вкладыши ослабляли шум не менее чем на 25 дБ, до обучения была 46%; сразу после обучения в июне возросла до 72%, и в августе была 62%. Таким образом, проведение индивидуального обучения в сочетании измерения ослабления шума с помощью устройства, привело и к увеличению доли времени использования СИЗОС, и к увеличению эффективности ослабления ими шума (за счёт более правильного использования).

Во время индивидуального обучения измеряли фактическое ослабление шума вкладышами с помощью устройства (*earplug checker AG-20A*), аудиометра. В исследовании [7-3] также измеряли ослабление шума во время обучения работников использованию вкладышей, и обнаружили, что обучение 17 рабочих оказалось эффективным. Аналогично, используя подобный аппарат, и проведя обучение правильному использованию вкладышей, удалось улучшить ослабление шума [**8-3**]. Схожие результаты были получены в

исследованиях [10,11]. Устройства, измеряющие фактическое ослабление шума вкладышами, могут помогают людям понять полезность их применения. В вышеупомянутых ранних исследованиях, обучение проводилось в первую очередь для повышения правильности использования вкладышей, как эксперимент, в котором участвовало небольшое число людей. А наше исследование, в котором участвовали рабочие промышленного предприятия, показывает, что сочетание индивидуального обучения и персональной проверки фактического ослабления шума вкладышами - может эффективно улучшать и степень ослабления шума, и долю времени использования СИЗОС.

В этом исследовании участвовало небольшое число работников (68), подвергавшихся воздействию сравнительно слабого шума, с эквивалентным уровнем более 80 дБА (*В Японии санитарные нормы, определяющие действия работодателя по защите рабочих от шума, устанавливают два вредных «класса труда»: с уровнем шума от 85 до 90 дБА, и более 90 дБА, см. таблицу в переводе на английский. Вероятно, авторы имели в виду, что участники исследования работали в условиях воздействия шума не более 90 дБА — прим. к переводу*). Оценка того, как обучение повлияло на использование вкладышей, проводилось через небольшой интервал времени, около 2 месяца, т.к. (потом) участников исследования перевели на другие рабочие места. Необходимо провести дополнительные исследования, чтобы определить, в какой степени обнаруженный эффект объясняется именно этим обучением.

Литература

1. ↕ Yoshioka T, Taniyama K, Okazaki Y, Ito A, Hyakukei H (2004) Effect of occupational health education on the attitude toward earplug wearing as a protective measure against hearing loss in rotary press workers. J Occup Health 46, 359.

2. ↕ Harie M, Ashida T (2000) Measurement of working conditions in noise workplaces, wearing earplugs. J Working Environment 38, 78–84 (на японском языке).

3. ↕ Ariyoshi H (2007) Effect of the improvement of the method for hearing test on increased rate of wearing earplugs and hearing loss protection. Jpn Health Med Assoc J 16, 39–43.

4. ↕ Lusk SL, Hong OS, Ronis DL, Eakin BL, Kerr MJ, Early MR (1999) Effectiveness of an intervention to increase construction workers' use of hearing protectors. Human Factors 41(3): 487–494. копия https://doi.org/10.1518/001872099779610969

5. ↕ Williams W, Purdy SC, Murray N, Dillon H, LePage E, Challinor K, Storey L (2005) Does the prevention of audiometric test data have a positive effect on the perceptions of workplace noise and noise exposure avoidance? Noise & Health 6(24): 75–84. копия

6. ↕ Ito A, Iki M, Kurumatani N (1994) Real ear attenuation of earplugs and their efficiency in noise-exposed workers. The Journal of Science of Labour 70, 45–56 (статья была опубликована на японском языке, с рефератом на английском).

7. ↑ **1** **2** **3** Miyauchi H, Imamiya S, Tanaka S (2000) A study on the effect of training about fitting earplug using the Earphone-Support Device. *(Journal of Japan Safety Appliances Association)* Safety & Health Digest (セイフティダイジェスト) 46, 2–6 (in Japanese).

8. ↑ **1** **2** **3** Toivonen M, Pääkkönen R, Savolainen S, Lehtomäki K (2002) Noise attenuation and proper insertion of earplugs into ear canals. The Annals of Occupational Hygiene, 46(6): 527–530. https://doi.org/10.1093/annhyg/mef065

9. ↑ **1** **2** Shulter AH (1984) OSHA's hearing conversation amendment and the audiologist. ASHA 26, 39–43.

10. ↕ Joseph A, Punch J, Stephenson M, Paneth N, Wolfe E, Murphy W (2007) The effects of training format on earplug performance. International Journal of Audiology 46(10): 609–618. https://doi.org/10.1080/14992020701438805

11. ↕ Williams W (2005) Instruction and the improvement of hearing protector performance. Noise & Health, 7(25): 41–47.