

*Marcin P. Biernacki*¹*Robert S. Kennedy*²*Łukasz Dziuda*³

ZJAWISKO CHOROBY SYMULATOROWEJ ORAZ JEJ POMIAR NA PRZYKŁADZIE KWESTIONARIUSZA DO BADANIA CHOROBY SYMULATOROWEJ – SSQ

SIMULATOR SICKNESS AND ITS MEASUREMENT WITH SIMULATOR SICKNESS QUESTIONNAIRE (SSQ)

¹ Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej / Military Institute of Aviation Medicine, Warszawa, Poland
Zakład Psychologii i Bezpieczeństwa Lotów / Department of Psychology and Flight Safety² RSK Assessments, Inc., Orlando, FL, USA³ Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej / Military Institute of Aviation Medicine, Warszawa, Poland
Zakład Techniczny Badań Lotniczo-Lekarskich i Symulatorów Lotniczych / Technical Department of Aeromedical Research and Flight Simulators

STRESZCZENIE

Jednym z najczęściej stosowanych narzędzi do badania choroby symulatorowej jest Kwestionariusz Choroby Symulatorowej (Simulator Sickness Questionnaire – SSQ) autorstwa Kennedy'ego i wsp. (1993). Mimo niewątpliwej popularności tego narzędzia kwestionariusz nie doczekał się standaryzacji ani przekładu umożliwiającego jego stosowanie w badaniach w Polsce. Celem artykułu jest przybliżenie kwestionariusza SSQ polskim czytelnikom, zarówno badaczom, jak i praktykom. W jego pierwszej części omówiono badania z zastosowaniem SSQ, natomiast w drugiej przedstawiono procedurę badania SSQ i zaprezentowano SSQ wraz ze sposobem obliczania przykładowych wyników. *Med. Pr.* 2016;67(4):545–555

Słowa kluczowe: mdłości, dezorientacja, zaburzenia okulomotoryczne, choroba symulatorowa, symulatory, kwestionariusz SSQ

ABSTRACT

One of the most common methods for studying the simulator sickness issue is the Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) (Kennedy et al., 1993). Despite the undoubted popularity of the SSQ, this questionnaire has not as yet been standardized and translated, which could allow us to use it in Poland for research purposes. The aim of our article is to introduce the SSQ to Polish readers, both researchers and practitioners. In the first part of this paper, the studies using the SSQ are discussed, whereas the second part consists of the description of the SSQ test procedure and the calculation method of sample results. *Med Pr* 2016;67(4):545–555

Key words: nausea, disorientation, oculomotor disturbances, simulator sickness, simulators, Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)

Autor do korespondencji / Corresponding author: Marcin P. Biernacki, Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, Zakład Psychologii i Bezpieczeństwa Lotów, ul. Krasińskiego 54, 01-755 Warszawa, e-mail: mpbiernacki@gmail.com
Nadesłano: 28 sierpnia 2013, zatwierdzono: 11 grudnia 2013

WSTĘP

Obecnie już chyba nikogo nie trzeba przekonywać, że symulatory są i będą coraz częściej stosowane – zarówno w badaniach naukowych, wyborze operatorów, jak i szkoleniach z udziałem kierowców samochodów osobowych, ciężarowych i uprzywilejowanych, pilotów samolotów oraz operatorów urządzeń (np. wózków wi-

dłowych). W przypadku badań naukowych stosowanie symulatorów ma tę niewątpliwą zaletę, że umożliwia (we względnie kontrolowanym i bezpiecznym środowisku) rejestrowanie wielu zmiennych fizjologicznych i związanych z samym procesem wykonania zadania. Najczęściej bada się następujące zmienne fizjologiczne: wskaźniki okulograficzne, sercowo-naczyniowe i związane z reakcją skórno-galwaniczną [1–5].

W trakcie badań na symulatorach możliwe jest badanie procesu zmęczenia, obciążenia pracą i wpływu określonego rodzaju substancji (w tym psychoaktywnych) na zdolność człowieka do wykonywania czynności operatorskich [6–9]. Badania te w efekcie końcowym przybliżają nas do lepszego zrozumienia mechanizmów odpowiedzialnych za błąd człowieka, a także mogą stanowić cenne źródło wiedzy na temat ograniczeń człowieka wynikających ze środowiska, w jakim funkcjonuje. Tym samym wyniki takich badań są istotnym źródłem wiedzy dla lekarzy i psychologów pracy.

Przykładem takiego zastosowania symulatorów mogą być badania nad uwarunkowaniami powstawania błędów w kierowaniu pojazdów przez osoby starsze [10–12]. Badania te wykazały, że w przypadku starszych kierowców szczególną barierę stanowią warunki, które są związane z obciążeniem poznawczym (wykonywanie skrętu w lewo, włączanie się do ruchu, pokonanie nieoznakowanego skrzyżowania). Starsi kierowcy kompensują jednak te braki poprzez planowanie zadania, czyli na strategicznym poziomie podejmowania decyzji. Przykładem takiego zachowania jest wcześniejsze zaplanowanie podróży, uwzględnienie potencjalnych trudności na drodze itp. Takie planowanie pozwala więc na minimalizowanie ryzykownych decyzji [10–12].

Stosując symulatory – zarówno w badaniach, selekcji, jak i szkoleniach – nie sposób uciec od problematyki choroby symulatorowej [13,14]. Przyjmuje się, że do choroby symulatorowej dochodzi wtedy, gdy informacje ze wszystkich zmysłów pomocnych w orientacji w przestrzeni i percepcji ruchu pozostają w konflikcie z tym, co było przedmiotem wcześniejszego doświadczenia danej osoby [13,14]. Zakłada się, że kiedy operator wykonuje zadanie w nowym otoczeniu (w tym przypadku na symulatorze), wzór informacji o ruchu, jaki wykonywał do tej pory, pozostaje w konflikcie z tym, co jest prezentowane w środowisku symulatorowym. Ta niezgodność między obecną informacją sensoryczną a tym, na co był nastawiony system percepcyjny badanego, powoduje chorobę symulatorową.

Należy pamiętać, że w przypadku selekcji zjawisko choroby symulatorowej może zaburzyć wynik badania, prowadząc do błędnych wniosków. Z kolei w przypadku badań naukowych zjawisko choroby symulatorowej może zaburzać zarówno rejestrację zmiennych fizjologicznych, jak i sam proces wykonania zadania. W warunkach szkoleniowych choroba symulatorowa może wywołać efekt odwrotny od założonego. Oznacza to, że jej występowanie może zaburzać proces szkolenia lub też stanowić przeciwwskazanie do wykonywania za-

dań w warunkach rzeczywistych. Nie bez powodu zaleceniem formułowanym po ekspozycji na warunki symulowane jest unikanie przez badanego prowadzenia pojazdu w tym samym dniu. Wyżej wspomniane ograniczenia oczywiście nie negują rozwoju i potrzeby stosowania symulatorów, a raczej sugerują kontrolowanie choroby symulatorowej [15].

BADANIA Z ZASTOSOWANIEM SSQ

Jednym z zasadniczych aspektów badań na symulatorach jest to, w jaki sposób różne warunki badania wpływają na nasilenie objawów choroby symulatorowej. Wśród warunków badania należy wyszczególnić związane zarówno z ruchomością platformy, jak i rodzajem bodźców wzrokowych.

Sharples i wsp. [16] przeprowadzili badanie, w którym postanowili sprawdzić, czy nasilenie objawów choroby symulatorowej zmienia się w zależności od warunków wizualnych. Do oceny symptomów choroby symulatorowej zastosowano Kwestionariusz Choroby Symulatorowej (Simulator Sickness Questionnaire – SSQ) [17] (tłumaczenie narzędzia – zał. 1). Wyniki uzyskane w badaniu wykazały, że stosowanie wyświetlaczy montowanych na głowie (head mounted displays – HMD) w 60–70% przypadków związane było ze wzrostem symptomów choroby symulatorowej. Porównanie użycia HMD z zastosowaniem warunków statycznych w badaniu symulatorowym wykazało istotną zmianę w nasileniu symptomów opisanych przez badanych na skali mdłości (M), a w przypadku porównania HMD z warunkami prezentacji z wykorzystaniem sceny realizmu (reality theatre) zaobserwowano wzrost nasilenia symptomów mdłości, zaburzeń okulomotorycznych (O) i dezorientacji (D) [16].

U osób, które proszono o pasywną obserwację otoczenia, w porównaniu z osobami proszonymi o aktywną kontrolę ruchów w warunkach symulowanych, zaobserwowano również wzrost nasilenia objawów choroby symulatorowej, szczególnie zaburzeń okulomotorycznych i ogólnych symptomów [16].

Podobne wyniki – wskazujące na zwiększone nasilenie objawów choroby symulatorowej w przypadku stosowania HMD w porównaniu z tradycyjnymi symulatorami – uzyskali Kennedy i wsp. [18]. Nasilenie objawów choroby symulatorowej zmienia się również w zależności od rodzaju użytego symulatora. Drexler [19] porównał objawy choroby symulatorowej u osób badanych z wykorzystaniem symulatora samolotu, śmigłowca i samochodu. Największe nasilenie objawów

związanych z dezorientacją obserwowano w przypadku stosowania symulatora samochodu, natomiast w symulatorze samolotu i śmigłowca najwyższy poziom dolegliwości u badanych dotyczył zaburzeń okoruchowych. Poziom dolegliwości związanych z mdłościami był natomiast zbliżony we wszystkich warunkach badania. W przypadku stosowania symulatora samochodu największe dolegliwości dotyczyły zaburzeń okuromotorycznych, następnie dezorientacji, a najmniej – mdłości (profil SSQ = D > O > M).

Poza sposobem prezentacji bodźców wzrokowych kolejnym czynnikiem brany pod uwagę w badaniach nad chorobą symulatorową jest rodzaj zastosowanej platformy (platformy statyczne (fixed based) vs platformy ruchome (motion based)). W przypadku badań na symulatorach, w których wykorzystuje się platformy statyczne, informacja dotycząca ruchu dostarczana jest osobie badanej poprzez bodźce wzrokowe. Z kolei platformy ruchome stosowane są w celu jeszcze lepszego odzwierciedlenia realizmu badania.

W przypadku platform ruchomych informacje dotyczące ruchu są dostarczane poprzez bodźce wzrokowe i uzupełniane przez zmiany w położeniu platformy, które wywołują wrażenie przyspieszenia i przechylenia [20]. Curry i wsp. [21] postanowili ocenić różnice w nasileniu choroby symulatorowej w przypadku użycia symulatora samochodu opartego na platformie statycznej i ruchomej, wyposażonej w 6 stopni swobody (platform with 6 degrees of freedom – 6DOF). Analiza wyników wykazała, że nasilenie objawów choroby symulatorowej było wyższe u badanych w przypadku platformy statycznej niż platformy ruchomej. W obu przypadkach profil poszczególnych podskal SSQ był natomiast taki sam (D > O > M).

Z kolei inne badania wskazują, że kiedy postrzegany ruch opiera się tylko na bodźcach wzrokowych (jak to ma miejsce w przypadku platform statycznych), obserwowane jest głównie nasilenie mdłości [22,23]. Stoner i wsp. [20] zwracają również uwagę, że stosowanie platform ruchomych może nie przynieść pożądanych efektów w szkoleniu w porównaniu z platformami statycznymi, a nawet nasilać dolegliwości choroby symulatorowej. Badania nad wpływem rodzaju symulowanego ruchu na objawy choroby symulatorowej powinny być w dalszym ciągu podejmowane.

Kolejne pytanie podkreślane w badaniach dotyczących zjawiska choroby symulatorowej dotyczy tego, jak długo u badanych utrzymują się skutki ekspozycji na warunki symulowane i jak szybko pojawiają się symptomy choroby symulatorowej.

Na przykład Min i wsp. [4] oceniali poziom choroby symulatorowej, szacowanej za pomocą SSQ i wskaźników psychofizjologicznych, w 5-minutowych interwałach w trakcie zadania na symulatorze wykonywanego przez 60 min. Analiza wyników wykazała, że subiektywnie odczuwane symptomy choroby symulatorowej dotyczące mdłości, dezorientacji i ogólnego poziomu choroby symulatorowej pojawiały się już po 10 min trwania badania, a w przypadku zaburzeń okuromotorycznych – po 15 min. Co więcej, nasilenie objawów wzrastało prostoliniowo wraz z kolejnym pomiarem. Wynik potwierdza, że choroba symulatorowa jest ściśle związana z czasem spędzonym w symulatorze [14,24–26]. Z kolei zróżnicowanie w zmiennych fizjologicznych było obserwowane już po 5 min od rozpoczęcia badania [4]. Oznacza to, że ocena subiektywna jest opóźniona w stosunku do odpowiedzi wskaźników fizjologicznych.

Wykazanie, że zmiany w parametrach fizjologicznych następują szybciej niż subiektywne odczucia osób badanych, może pomóc w rozpoznawaniu wczesnych oznak choroby symulatorowej. Nasilenie się choroby symulatorowej i występowanie zmian w poziomie zmiennych fizjologicznych wraz z czasem trwania badania na symulatorze nasuwa pytanie o okres, przez jaki choroba symulatorowa utrzymuje się po zakończeniu badania na symulatorze.

Zagadnieniem tym zajmował się m.in. Muth [27], który ocenił poziom funkcji poznawczych oraz przeprowadzał próbę Romberga i test dynamicznej ostrości widzenia przed badaniem na symulatorze i po badaniu – bezpośrednio i po 2 godz., 4 godz., 6 godz., 8 godz. i 24 godz. Analiza wyników wykazała, że ekspozycja na warunki symulatorowe skutkowałą pogorszeniem w funkcjonowaniu poznawczym. Pogorszenie to było szczególnie widoczne w czasie 2–4 godz. od zakończenia ekspozycji na warunki symulatorowe. Z kolei zmiany w parametrach fizjologicznych były widoczne 1–2 godz. od zakończenia badania.

Z kolei Batzley i wsp. [28] w analizie przeprowadzonej wśród 700 osób wykazał, że objawów choroby symulatorowej doświadczało 45% z nich. Ponadto 25% symptomów tej choroby utrzymywało się ponad 1 godz., a 8% symptomów – ponad 6 godz. od zakończenia badania na symulatorze. Wyniki badania przeprowadzonego przez Dziudę i wsp. [14] wskazują natomiast, że do nasilenia objawów choroby symulatorowej prowadzi dodanie w badaniu na symulatorze bodźców mających na celu symulowanie rzeczywistego ruchu. Poziom choroby symulatorowej w trakcie badania z wykorzystaniem platformy ruchomej był wyższy

niż w przypadku platformy statycznej. Różnice dotyczyły głównie zaburzeń okulomotorycznych i ogólnego poziomu choroby symulatorowej. Dziuda i wsp. [14] nie stwierdzili natomiast istotnych statystycznie różnic między warunkami, w których bodźce wzrokowe były zaburzone, a warunkami z dobrą widocznością na platformie ruchomej i statycznej.

Analiza wyników uśrednionych z wszystkich pomiarów dla poszczególnych warunków badania wykazała ponadto, że w przypadku warunków ze złą widocznością profil SSQ miał postać $M > D > O$, natomiast w przypadku warunków z dobrą widocznością zarówno w platformie ruchomej, jak i statycznej profil SSQ był następujący: $D > O > M$. Przy tym średni poziom D i O był zbliżony w obu przypadkach.

Kolejnym problemem podjętym w cytowanym badaniu był czas utrzymywania się w czasie objawów choroby symulatorowej [15]. Najwyższy poziom w przypadku dolegliwości związanych z mdłościami obserwowano po 2 min i po 0,5 godz. po opuszczeniu symulatora, a w przypadku dezorientacji – po 2 min po opuszczeniu symulatora. Najdłużej utrzymywały się zaburzenia okulomotoryczne, które trwały aż do wieczora. Zaburzenia okulomotoryczne i ogólny poziom choroby symulatorowej najdłużej utrzymywały się w przypadku korzystania w badaniach z platformy ruchomej.

Profile SSQ uzyskane w badaniu Sharples i wsp. [16] w przypadku użycia platformy ruchomej i statycznej są takie same jak zaprezentowane w pracy Curry'ego i wsp. [21]. Profil SSQ dla platformy ruchomej uzyskany w badaniu Dziudy i wsp. [14] jest zdecydowanie wyższy niż profil dla platformy statycznej. Co więcej, zbliżone średnie wartości symptomów dezorientacji i zaburzeń okulomotorycznych dla różnych warunków badania nie muszą świadczyć, że dolegliwości te mają taki sam przebieg w czasie. Dolegliwości związane z dezorientacją w wyniku badania z platformą ruchomą gwałtownie nasilają się u badanego bezpośrednio po zakończeniu zadania na symulatorze, po czym stopniowo ulegają obniżeniu. Także zaburzenia związane z narządkiem wzroku na skutek ekspozycji na te same warunki badania nasilają się tuż po zakończeniu zadania, jednak utrzymują się dłużej, aż do wieczora.

Wyniki uzyskane w badaniu Dziudy i wsp. [14] są interesujące w kontekście danych zaprezentowanych przez Batzleya i wsp. [28], którzy wykazali, że 25% symptomów choroby symulatorowej utrzymywało się ponad 1 godz., a 8% symptomów ponad 6 godz. od zakończenia badania na symulatorze. Bardzo możliwe, że utrzymywanie się symptomów przez dłuższy

czas dotyczy szczególnie dolegliwości związanych z zaburzeniami okulomotorycznymi. Kwestia ta wymaga jednak dalszych badań.

KONSTRUKCJA SSQ

Jednym z najczęściej stosowanych narzędzi do oceny stopnia choroby symulatorowej jest SSQ opracowany przez Kennedy'ego i wsp. oraz opublikowany w 1993 r. [17]. Mimo popularności kwestionariusz nie doczekał się dotąd standaryzacji ani przekładu umożliwiającego jego stosowanie w badaniach w Polsce. Jego tłumaczenie po raz pierwszy jest więc publikowane w niniejszym artykule (zał. 1).

Tłumaczenie SSQ na język polski przebiegało w 2 etapach:

- tłumaczenie z języka angielskiego na język polski przez 3 niezależnych tłumaczy,
- stworzenie jednej, uzgodnionej między tłumaczami, wersji kwestionariusza w języku polskim.

Kwestionariusz składa się 8 pytań i obejmuje 26 objawów choroby symulatorowej. Zadanie osoby badanej z wykorzystaniem SSQ polega na subiektywnej ocenie nasilenia występujących u niej konkretnych objawów. Wykorzystywana jest do tego 4-stopniowa skala (zał. 1):

- wcale – brak symptomów choroby symulatorowej,
- niewielki – niewielkie symptomy choroby symulatorowej,
- umiarkowane – umiarkowane symptomy choroby symulatorowej,
- znaczący – poważne symptomy choroby symulatorowej.

Wynik z SSQ obejmuje zarówno ogólny poziom choroby symulatorowej (SSQ total – wynik ogólny (WO)), jak i składające się na niego wskaźniki dla poszczególnych (nieortogonalnych względem siebie) skal:

- mdłości (M) – symptomy: ślinotok, pocenie się, mdłości, dolegliwości żołądkowe i bekanie;
- zaburzenia okulomotoryczne (O) – symptomy: zmęczenie, ból głowy, zmęczenie oczu oraz trudności z koncentracją;
- dezorientacja (D) – symptomy: zawroty głowy, uczucie odurzenia (zarówno przy otwartych, jak i zamkniętych oczach) i zamazane (nieostre) widzenie.

Niewątpliwą zaletą SSQ jest to, że jest to narzędzie obejmujące wiele objawów (podobnie jak wielobjawowa jest choroba symulatorowa), które pozwala na porównanie różnych symulatorów czy grup badanych. W znacznym stopniu ułatwia to formułowanie wnio-

sków z przeprowadzonych badań. Badania nad wprowadzeniem SSQ do oceny choroby symulatorowej przeprowadzono na podstawie imponującej liczby 1119 rejestracji przeprowadzonych na symulatorach dla prób zależnych (analiza pretest–posttest) [17]. Dane zebrano z badań przeprowadzonych na symulatorach śmigłowców i samolotów myśliwskich – zastosowane w badaniach symulatory umieszczone były na ruchomej platformie z 6DOF. Wyniki analiz wskazują, że SSQ jest narzędziem w zadowalającym stopniu trafne i rzetelne.

OBLICZANIE WYNIKU

Pierwszym krokiem przy obliczaniu SSQ jest zamiana wyników na postać liczbową. Skale SSQ wyrażone są na 4-stopniowej skali Liekerta (gdzie 0 oznacza wcale, 1 – niewielki, 2 – umiarkowany, 3 – znaczący).

Mimo że SSQ obejmuje 27 pozycji, nie wszystkie znalazły swoje przyporządkowanie do 3 wcześniej wymienionych czynników składających się na chorobę symulatorową (mdłości, okulomotoryka, dezorientacja). W przykładach obliczania SSQ (zał. 2 i 3) symptomy dotyczące mdłości oznaczono Ms, okulomotoryki – Os, a dezorientacji – Ds. Obok kolumn Ms, Os i Ds umieszczono kolumny M, O, D, do których wpisano wartości surowe dla danego symptomu (w skali 0–3). Obliczając wynik dla SSQ, należy dodać wartości surowe dla danych symptomów przypisanych określone mu czynnikowi i ich sumę pomnożyć przez przypisane im wagi. Dla poszczególnych skal wynoszą one:

- M – 9,54;
- O – 7,58;
- D – 13,92;
- wynik ogólny (WO) – 3,74.

PIŚMIENNICTWO

1. Brookhuis K.A., de Waard D.: Measuring physiology in simulators. W: Fisher D.L., Rizzo M., Caird J.K., Lee J.D. [red.]. Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology. CRC Press, Boca Raton 2011, ss. 17.1–17.10
2. Haarmann A., Boucsein W., Schaefer F.: Combining electrodermal responses and cardiovascular measures for probing adaptive automation during simulated flight. *Appl. Ergon.* 2009;40(6):1026–1040, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2009.04.011>
3. Zużewicz K., Saulewicz A., Konarska M., Kaczorowski Z.: Heart rate variability and motion sickness during forklift simulator driving. *Int. J. Occup. Saf. Ergon.* 2011;17(4):403–410, <http://dx.doi.org/10.1080/10803548.2011.11076903>
4. Min B.-C., Chung S.-C., Min Y.-K., Sakamoto K.: Psychophysiological evaluation of simulator sickness evoked by a graphic simulator. *Appl. Ergon.* 2004;35(6):549–556, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2004.06.002>
5. Brookhuis K.A., de Waard D.: Monitoring drivers' mental workload in driving simulators using physiological measures. *Accid. Anal. Prev.* 2010;42:898–903, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2009.06.001>
6. Brooks J.O., Goodenough R.R., Crisler M.C., Klein N.D., Alley R.L., Koon B.L., i wsp.: Simulator sickness during driving simulation studies. *Accid. Anal. Prev.* 2010;42(3):788–796, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2009.04.013>
7. Davenne D., Lericollais R., Sagaspe P., Taillard J., Gauthier A., Espié S. i wsp.: Reliability of simulator driving tool for evaluation of sleepiness, fatigue and driving performance. *Accid. Anal. Prev.* 2012;45:677–682, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2011.09.046>
8. Siedlecka J., Bortkiewicz A.: Zastosowanie symulatorów jazdy samochodem w ocenie ryzyka wypadku u kierowców z obturacyjnym bezdechem sennym. *Med. Pr.* 2012;63(2):229–236
9. Andysz A., Waszkowska M., Merecz D., Drabek M.: Zastosowanie symulatorów jazdy w badaniach psychologicznych. *Med. Pr.* 2010;61(5):573–582
10. Devlin A., McGillivray J., Charlton J., Lowndes G., Etienne V.: Investigating driving behaviour of older drivers with mild cognitive impairment using a portable driving simulator. *Accid. Anal. Prev.* 2012;49:300–307, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2012.02.022>
11. Biernacki M., Tarnowski A.: The effect of age and personality on the main cognitive processes in drivers. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.* 2011;24(4):367–379, <http://dx.doi.org/10.2478/s13382-011-0035-x>
12. Andysz A., Merecz D.: Zdolności wzrokowe starszych kierowców – przegląd badań symulatorowych. *Med. Pr.* 2012;63(6):677–687
13. Biernacki M., Dziuda Ł.: Choroba symulatorowa jako realny problem badań na symulatorach. *Med. Pr.* 2012;63(3):377–388
14. Dziuda Ł., Biernacki M.P., Baran P.M., Truszczyński O.E.: The effects of simulated fog and motion on simulator sickness in a driving simulator and the duration of after-effects. *Appl. Ergon.* 2014;45(3):406–412, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2013.05.003>
15. Kennedy R.S., Fowlkes J.E.: Simulator sickness is polygenic and polysymptomatic: Implications for research. *Int. J. Aviat. Psychol.* 1992;2(1):23–38, http://dx.doi.org/10.1207/s15327108ijap0201_2

16. Sharples S., Cobb S., Moody A., Wilson J.R.: Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Displays* 2008;29(2):58–69, <http://dx.doi.org/10.1016/j.displa.2007.09.005>
17. Kennedy R.S., Lane N.E., Berbaum K.S., Lilienthal M.G.: Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *Int. J. Aviat. Psychol.* 1993;3(3):203–220, http://dx.doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3
18. Kennedy R.S., Allgood G.O., van Hoy B.W., Lilienthal M.G.: Motion sickness symptoms and postural changes following flights in motion-based flight trainers. *J. Low Frequency Noise Vibration* 1987;6(4):147–154
19. Drexler J.M.: Identification of system design features that affect sickness in virtual environments [praca doktorska]. University of Central Florida, Orlando (Florida) 2006
20. Stoner H.A., Fisher D.L., Mollenhauer M. Jr: Simulator and scenario factors influencing simulator sickness. W: Fisher D.L., Rizzo M., Caird J.K., Lee J.D. [red.]. *Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology*. CRC Press, Boca Raton 2011, ss. 14.1–15.1
21. Curry R., Artz B., Cathey L., Grant P., Greenberg J.: Kennedy SSQ results: Fixed vs. motion-based simulator. W: *Driving Simulation Association* [red.]. *Proceedings of the Driving Simulation Conference*; 11–13 września 2002, Paryż, Francja. *Driving Simulation Association, Paryż* 2002, ss. 289–300
22. May J.G., Badcock D.R.: Vision and virtual environments. W: Stanney K.M. [red.]. *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah (New Jersey) 2002, ss. 29–63
23. McCauley M.E.: Do army helicopter training simulators need motion bases? Technical report, 1176. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Arlington, Virginia 2006
24. Kennedy R.S., Stanney K.M., Dunlap W.P.: Duration and exposure to virtual environments: Sickness curves during and across sessions. *Presence Teleoperators Virtual Environments* 2000;9(5):463–472, <http://dx.doi.org/10.1162/105474600566952>
25. Lampton D.R., Kolasinski E.M., Knerr B.W., Bliss J.P., Bailey J.H., Witmer B.G.: Side effects and after-effect of immersion in virtual environments. *Proceedings of the 38th Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*; 24–28 października 1994, Nashville, Tennessee, USA. *Human Factors Society, Santa Monica* 1994, ss. 1154–1157
26. Stanney K., Salvendy G.: Aftereffects and sense of presence in virtual environments: Formulation of a research and development agenda. *Int. J. Hum. Comput. Interact.* 1998;10(2):135–187, http://dx.doi.org/10.1207/s15327590ijhc1002_3
27. Muth E.R.: The challenge of uncoupled motion: Duration of cognitive and physiological aftereffects. *Hum. Factors* 2009;51(5):752–761, <http://dx.doi.org/10.1177/0018720809353320>
28. Baltzley D.R., Kennedy R.S., Berbaum K.S., Lilienthal M.G., Gower D.W.: The time course of postflight simulator sickness symptoms. *Aviat. Space Environ. Med.* 1989;60(11):1043–1048

Załącznik 1.

Polska wersja Kwestionariusza Choroby Symulatorowej (Simulator Sickness Questionnaire – SSQ)

Kwestionariusz Choroby Symulatorowej (SSQ)¹

Imię i nazwisko:

Data badania:

INFORMACJE WSTĘPNE PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO BADANIA

1. Ile czasu minęło od Twojego ostatniego badania na symulatorze? dni
 Ile czasu minęło od Twojego ostatniego lotu samolotem? dni
 Ile czasu minęło od Twojej ostatniej morskiej podróży? dni
 Ile czasu minęło od ostatniego razu, kiedy wykonywałeś/aś zadanie w warunkach wirtualnej rzeczywistości? dni
2. Jakie masz inne doświadczenie w przebywaniu na urządzeniach/sprzęcie wywołujących wrażenie nietypowego ruchu?

STAN FIZYCZNY PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO BADANIA

3. Czy obecnie Twoja sprawność fizyczna (kwestionariusz stanu fizycznego) jest na typowym dla Ciebie poziomie?
 (zaznacz kółkiem): tak nie
 Jeżeli zaznaczyłeś/aś „nie”, podaj przyczynę:
4. Czy w ostatnim tygodniu chorowałeś/aś? (zaznacz kółkiem) tak nie
 Jeśli zaznaczyłeś/aś „tak”, podaj:
 rodzaj choroby (przeziębienie, grypa itp.):
 a) nasilenie choroby (zaznacz na osi): bardzo łagodne |-----|-----|-----|-----| bardzo poważne
 b) czas trwania choroby: godz. / dni
 c) główne objawy choroby/dolegliwości:
 d) czy obecnie czujesz się w pełni zdrowy/a? tak nie
5. Ile poniżej wymienionych porcji alkoholu spożyłeś/aś w ciągu ostatnich 24 godz.?
 330 ml piwa 100 ml wina 30 ml mocnego alkoholu, np. wódki
6. Wskaż, zaznaczając kółkiem, wszystkie leki, jakie zażywałeś/aś w ciągu ostatnich 24 godz.:
 a) żadne
 b) środki nasenne lub uspokajające
 c) aspiryna, tylenol, inne przeciwbólowe
 d) leki przeciwhistaminowe
 e) leki zmniejszające przekrwienie
 f) inne (proszę wymienić):
7. a) Ile godzin spałeś/aś ostatniej nocy? godz.
 b) Czy ta ilość snu była wystarczająca? (zaznacz kółkiem) tak nie
8. Podaj wszelkie inne uwagi dotyczące Twojego obecnego stanu fizycznego, które mogą wpływać na wydajność podczas przeprowadzanego badania:

¹ Autorstwa Kennedy'ego R.S., Lane'a N.E., Berbauma K.S. i Lilienthala M.G., przetłumaczony przez autorów niniejszego artykułu z wersji otrzymanej od R.S. Kennedy'ego. Szczegółowy opis kwestionariusza w: Kennedy R.S., Lane N.E., Berbaum K.S., Lilienthal M.G.: Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. Int. J. Aviat. Psychol. 1993;3(3):203–220, http://dx.doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3. W celu uzyskania dodatkowych informacji proszę się kontaktować z Robertem S. Kennedym (RSK Assessments, Inc., 1040 Woodcock Road, Suite 227, Orlando, FL 32803, (407) 894-5090, USA).

**Poziom wyjściowy (Pre)
lista symptomów**

Instrukcja: Wypełnij poniższy kwestionariusz, ZANIM rozpocznie się badanie na symulatorze.
Zaznacz KÓŁKIEM odpowiedzi opisujące, w jakim stopniu odczuwasz w tej chwili wymienione niżej symptomy.

Lp.	Symptom	Dotkliwość			
		wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący
1	Ogólny dyskomfort	wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący
2	Zmęczenie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
3	Znużenie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
4	Senność	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
5	Ból głowy	wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący
6	Przemęczenie oczu	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
7	Trudności ze skupieniem się	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
8a	Nadmierne wydzielanie śliny	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
8b	Obniżone wydzielanie śliny	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
9	Potliwość	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
10	Nudności	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
11	Trudności z koncentracją	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
12	Pogorszenie stanu psychicznego	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
13	„Ociężałość myślenia”	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
14	Zamglony wzrok	wcale	niewiele	umiarkowanie	znacząco
15a	Uczucie falowania przy otwartych oczach	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
15b	Uczucie falowania przy zamkniętych oczach	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
16	Zawroty głowy*	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
17	Zaburzenia wzrokowe**	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
18	Omdlenia	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
19	Świadomość oddechu	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
20	Dolegliwości żołądkowe***	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
21	Utrata apetytu	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
22	Zwiększenie apetytu	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
23	Potrzeba wypróżnienia jelit (problemy gastryczne)	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
24	Dezorientacja	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
25	Odbijanie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
26	Wymioty	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
27	Pozostałe				

* Polegające na iluzji ruchu, najczęściej wirowego (otoczenia lub osoby, która go doświadcza).

** Wzrokowe wrażenie ruchu podczas przebywania poza symulatorem, samochodem czy samolotem.

*** Dolegliwości żołądkowe dotyczą dyskomfortu przypominającego krótkotrwałe nudności.

STOP!!!

Osoba przeprowadzająca badanie powie, kiedy je kontynuować.

Poziom po badaniu-minutowym (Post)
lista symptomów

Instrukcja: Zaznacz KÓŁKIEM odpowiedzi opisujące, w jakim stopniu odczuwasz w tej chwili wymienione niżej symptomy.

Lp.	Symptom	Dotkliwość			
		wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący
1	Ogólny dyskomfort	wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący
2	Zmęczenie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
3	Znużenie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
4	Senność	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
5	Ból głowy	wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący
6	Przemęczenie oczu	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
7	Trudności ze skupieniem się	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
8a	Nadmierne wydzielanie śliny	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
8b	Obniżone wydzielanie śliny	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
9	Potliwość	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
10	Nudności	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
11	Trudności z koncentracją	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
12	Pogorszenie stanu psychicznego	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
13	„Ocieężałość myślenia”	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
14	Zamglony wzrok	wcale	niewiele	umiarkowanie	znacząco
15a	Uczucie falowania przy otwartych oczach	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
15b	Uczucie falowania przy zamkniętych oczach	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
16	Zawroty głowy*	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
17	Zaburzenia wzrokowe**	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
18	Omdlenia	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
19	Świadomość oddechu	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
20	Dolegliwości żołądkowe***	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
21	Utrata apetytu	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
22	Zwiększenie apetytu	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
23	Potrzeba wypróżnienia jelit (problemy gastryczne)	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
24	Dezorientacja	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca
25	Odbijanie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
26	Wymioty	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące
27	Pozostałe				

* Polegające na iluzji ruchu, najczęściej wirowego (otoczenia lub osoby, która go doświadcza).

** Wzrokowe wrażenie ruchu podczas przebywania poza symulatorem, samochodem czy samolotem.

*** Dolegliwości żołądkowe dotyczą dyskomfortu przypominającego krótkotrwałe nudności.

INFORMACJE PO BADANIU (POST)

1. Czy kiedy znajdowałeś/aś się w symulatorze, doświadczałeś/aś wrażenia ruchu (np. czy miałeś/aś poczucie własnego ruchu)?

Zaznacz kółkiem jedną odpowiedź: tak nie trochę

2. W skali od 1 (słabo) do 10 (doskonale) oceń poziom wykonania przez siebie zadania na symulatorze:

3. Czy w trakcie badania doświadczyłeś/aś czegoś dziwnego? Zaznacz kółkiem jedną odpowiedź: tak nie

Jeśli zaznaczyłeś/aś „tak”, opisz to odczucie:.....

.....

Załącznik 2.
Obliczanie wyników badania przeprowadzonego z użyciem SSQ – przykład 1: przed badaniem na symulatorze
Poziom wyjściowy (Pre) – lista symptomów

Ip.	Symptom	Dotkliwość (podkreślono odpowiedzi wybrane przez badanego)								Wartość dla odpowiedzi (podana przez badanego)	Skala SSQ (obliczanie wyniku przez badającego)								
		wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący	Ms	Os	Ds	M		O	D							
1	Ogólny dyskomfort	wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący	x	x												
2	Zmęczenie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące						x								
3	Znużenie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące						x								
4	Sennaść	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca														
5	Ból głowy	wcale	niewielki	umiarkowany	znaczący						x								
6	Przemęczenie oczu	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące						x								
7	Trudności ze skupieniem się	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące					x									
8a	Nadmierne wydzielanie śliny	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
8b	Obniżone wydzielanie śliny	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca					x									
9	Potliwość	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
10	Nudności	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
11	Trudności z koncentracją	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
12	Pogorszenie stanu psychicznego	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
13	„Ocieężałość myślenia”	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca														
14	Zamglony wzrok	wcale	niewiele	umiarkowanie	znacząco														
15a	Uczucie falowania przy otwartych oczach	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
15b	Uczucie falowania przy zamkniętych oczach	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
16	Zawroty głowy*	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
17	Zaburzenia wzrokowe**	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
18	Omdlenia	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
19	Świadomość oddechu	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca														
20	Dolegliwości żołądkowe***	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące						x								
21	Utrata apetytu	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca														
22	Zwiększenie apetytu	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
23	Potrzeba wypróżnienia jelit (problemy gastryczne)	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca														
24	Dezorientacja	wcale	niewielka	umiarkowana	znacząca														
25	Odbijanie	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
26	Wymioty	wcale	niewielkie	umiarkowane	znaczące														
27	Pozostałe																		
	Wynik ogólny (WO)																		

* Polegające na iluzji ruchu, najczęściej wirowego (otoczenia lub osoby, która go doświadcza); ** Wzrokowe wrazenie ruchu podczas przebywania poza symulatorem, samochoodem czy samolotem;
*** Dolegliwości żołądkowe dotyczą dyskomfortu przy pominięciu krótkotrwałej nudności.

Sposób obliczania wyniku SSQ dla poszczególnych skal i wyniku ogólnego:

– mdłości (M) = $3 \times 9,54 = 28,62$ – dezorientacja (D) = $5 \times 13,92 = 69,60$
– okulumotoryka (O) = $6 \times 7,58 = 45,48$ – wynik ogólny (WO) = $(3+6+5) \times 3,74 = 14 \times 3,74 = 52,36$

Załącznik 3.

Obliczanie wyników badania przeprowadzonego z użyciem SSQ – przykład 2: po badaniu na symulatorze

Poziom po badaniu 30-minutowym (Post) – lista symptomów

Lp.	Symptom	Dotkliwość (podkreślono odpowiedzi wybrane przez badanego)						Wartość dla odpowiedzi (podana przez badanego)	Skala SSQ (obliczanie wyniku przez badającego)						
		wcale	niewielkie	<u>umiarkowany</u>	znaczący	Ms	Os		Ds	M	O	D			
1	Ogólny dyskomfort	wcale	niewielkie	<u>umiarkowany</u>	znaczący	x	x	2				2	2		
2	Zmęczenie	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące		x	2					2		
3	Znużenie	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące										
4	Sennaść	wcale	niewielka	<u>umiarkowana</u>	znacząca										
5	Ból głowy	wcale	niewielkie	<u>umiarkowany</u>	znaczący		x	3					3		
6	Przemęczenie oczu	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące		x	2					2		
7	Trudności ze skupieniem się	wcale	<u>niewielkie</u>	<u>umiarkowane</u>	znaczące		x	1		x			1	1	
8a	Nadmierne wydzielanie śliny	<u>wcale</u>	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące		x	0				0			
8b	Obniżone wydzielanie śliny	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące										
9	Potliwość	wcale	niewielka	<u>umiarkowana</u>	znacząca		x	3				3			
10	Nudności	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące		x	2		x		2		2	
11	Trudności z koncentracją	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczący		x	3		x		3		3	
12	Pogorszenie stanu psychicznego	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące										
13	„Ocieżalność myślenia”	wcale	niewielka	<u>umiarkowana</u>	znacząca			1		x				1	
14	Zamglony wzrok	wcale	niewiele	<u>umiarkowane</u>	znacząco		x	0		x		0		0	
15a	Uczucie falowania przy otwartych oczach	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczący			3		x				3	
15b	Uczucie falowania przy zamkniętych oczach	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące			2		x				2	
16	Zawroty głowy*	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczący			3		x				3	
17	Zaburzenia wzrokowe**	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące										
18	Omdlenia	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące										
19	Świadomość oddechu	wcale	niewielka	<u>umiarkowana</u>	znacząca										
20	Dolegliwości żołądkowe***	<u>wcale</u>	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące		x	0				0			
21	Utrata apetytu	wcale	niewielka	<u>umiarkowana</u>	znacząca										
22	Zwiększenie apetytu	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące										
23	Potrzeba wypróżnienia jelit (problemy gastryczne)	wcale	niewielka	<u>umiarkowana</u>	znacząca										
24	Dezorientacja	wcale	niewielka	<u>umiarkowana</u>	znacząca										
25	Odbijanie	wcale	<u>niewielkie</u>	<u>umiarkowane</u>	znaczące			1				1			
26	Wymioty	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące										
27	Pozostałe	wcale	niewielkie	<u>umiarkowane</u>	znaczące										
Wynik ogólny (WO)													11	13	12

* Polegające na iluzji ruchu, najczęściej wirowego (otoczenia lub osoby, która go doświadcza). ** Wzrokowe wrażenie ruchu podczas przebywania poza symulatorem, samochodem czy samolotem;

*** Dolegliwości żołądkowe dotyczą dyskomfortu przypominającego krótkotrwałe nudności.

Sposób obliczania wyniku dla poszczególnych skal SSQ oraz wyniku ogólnego SSQ:

– mdłości (M) = 11×9,54 = 104,94 – dezorientacja (D) = 12×13,92 = 167,04

– okulumotoryka (O) = 13×7,58 = 98,54 – wynik ogólny (WO) = (11+13+12)×3,74 = 36×3,74 = 134,64