

Wacław M. Adamczyk
Laboratorium Badania Bólu
Instytut Fizjoterapii i Nauk o Zdrowiu
Akademia Wychowania Fizycznego
im. Jerzego Kukuczki w Katowicach
ul. Mikołowska 72A
40-065 Katowice

Autoreferat habilitacyjny

Psychofizyczna charakterystyka przestrzennych aspektów bólu u ludzi

Katowice 2024

1. Imię i nazwisko

Wacław M. Adamczyk

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

Okres	Studia	Rezultat
2014–2019	Stopień naukowy doktora, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach	Obrona pracy (z wyróżnieniem) <i>Precyzja czucia powierzchownego u osób zdrowych i z ostrym oraz przewlekłym bólem kręgosłupa lędźwiowego</i> Promotorzy: Prof. Kerstin Luedtke, Prof. Edward Saulicz, Recenzenci: Prof. Benedict Wand, Prof. Marcin Szwed
2012–2015	Studia magisterskie z neurobiologii, Wydział Lekarski, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach	Obrona pracy <i>Wpływ eksperymentalnie indukowanej pozytywnej ekspresji twarzy na próg bólu</i>
2012–2014	Studia magisterskie z fizjoterapii, Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach	Obrona pracy (z wyróżnieniem) <i>Wiarygodność nowej metody oceny posturalnej funkcji mięśni bocznej ściany brzucha z wykorzystaniem ultrasonografii</i>
2009–2012	Studia licencjackie z fizjoterapii, Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach	Egzamin dyplomowy

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

Okres	Studia	Rezultat
od 2024	Postdoc	Wydział Fizjoterapii, Instytut Nauk o Zdrowiu, grupa badawcza „ <i>Pain & Exercise Research Luebeck (P.E.R.L)</i> ”, Uniwersytet w Lubece, Lubeka
2022–2024	Postdoc	Dział Medycyny Behavioralnej i Psychologii Klinicznej, Szpital <i>Cincinnati Children’s Hospital Medical Center</i> , Cincinnati
od 2019	Adiunkt	Laboratorium Badania Bólu, Instytut Fizjoterapii i Nauk o Zdrowiu, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach
2020–2021	Postdoc	Wydział Fizjoterapii, Instytut Nauk o Zdrowiu, grupa badawcza „ <i>Pain & Exercise Research Luebeck (P.E.R.L)</i> ”, Uniwersytet w Lubece, Lubeka
2018–2020	Wykonawca	Wydział Ortopedii i Traumatologii, Uniwersytet w Lubece, Lubeka
2015–2018	Wykonawca	Zespół Badania Bólu, Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

Dodatkowo w okresie od uzyskania stopnia naukowego doktora należy wyróżnić pełnione funkcje:

- i. Od 2021 członek Komisji ds. Rozwoju Kadr i Współpracy z Zagranicą (AWF w Katowicach)
- ii. Od 2020 habilitant pełni funkcję kierownika certyfikowanego (ISO) Laboratorium Badania Bólu
- iii. Od 2019 opiekun Studenckiego Koła Naukowego „PainLab” (AWF w Katowicach)

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

Będące przedmiotem autoreferatu osiągnięcie naukowe stanowi cykl czterech spójnych tematycznie, oryginalnych publikacji naukowych (sumaryczny IF = 23.85, liczba punktów MNiSW = 560). Publikacje te zostały przygotowane i opublikowane po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk o kulturze fizycznej, tj. po 17.09.2019 r. Przedstawione do oceny osiągnięcie ujęte jest pod zbiorczym tytułem: *Psychofizyczna charakterystyka przestrzennych aspektów bólu u ludzi* i jest rozszerzone o oświadczenia dotyczące wkładu każdego współautora w powstanie danej pracy (załącznik nr 7).

4.2. Wykaz publikacji naukowych stanowiących główne osiągnięcie naukowe habilitanta

- i. **Adamczyk, W. M.**, Szikszay, T. M., Kung, T., Carvalho, G. F. i Luedtke, K. (2021). Not as “blurred” as expected? Acuity and spatial summation in the pain system. *Pain*, 162(3), 794–802.
Impact factor = 7.926 | Punktacja MNiSW = 140 | [OSF.io](#) | [PDF artykułu](#)

Wkład habilitanta w powstanie powyższej pracy polegał na zaplanowaniu eksperymentu, uzyskaniu niezbędnych formalności do przeprowadzenia badania, zarejestrowaniu badania na platformie OSF.io, opracowaniu metodologii, analizie piśmiennictwa. Habilitant najpierw przeprowadził badanie pilotażowe, a następnie badania właściwe, których wyniki zostały zawarte w artykule. Habilitant zaprogramował procedurę, która umożliwiła zbieranie danych w pełni zautomatyzowany sposób. Następnie habilitant przeprowadził walidację zebranych danych, analizę statystyczną oraz interpretację uzyskanych wyników. Wreszcie habilitant odpowiedzialny był za przygotowanie pierwszej wersji manuskryptu, poprawienie jej zgodnie z uwagami współautorów, przesłanie artykułu do czasopisma „PAIN” oraz prowadzenie korespondencji z redakcją czasopisma. Habilitant samodzielnie przeprowadzał korektę manuskryptu zgodnie z uwagami czasopisma „PAIN” i uwzględniał także uwagi współautorów.

- ii. **Adamczyk, W. M.**, Manthey, L., Domeier, C., Szikszay, T. M. i Luedtke, K. (2021). Nonlinear increase of pain in distance-based and area-based spatial summation. *Pain*, 162(6), 1771–1780.
Impact factor = 7.926 | Punktacja MNiSW = 140 | [OSF.io](#) | [PDF artykułu](#) | [Preprint](#)

Wkład habilitanta w powstanie powyższej pracy polegał na zaplanowaniu eksperymentu, uzyskaniu niezbędnych formalności do przeprowadzenia badania, zarejestrowaniu badania na platformie OSF.io, opracowaniu metodologii oraz analizie piśmiennictwa. Ponadto habilitant samodzielnie pilotował wdrażanie nowego paradygmatu badań i prowadził nadzór nad procesem zbierania danych. Habilitant przeprowadził walidację zebranych danych, analizę statystyczną oraz interpretację uzyskanych wyników. Wreszcie habilitant był odpowiedzialny za przygotowanie pierwszej wersji manuskryptu, poprawienie jej zgodnie z uwagami współautorów, publikację artykułu w formie preprintowej na serwerze biorxiv.org oraz prowadzenie korespondencji z redakcją czasopisma. Habilitant samodzielnie przeprowadzał korektę manuskryptu zgodnie z uwagami czasopisma „PAIN”.

- iii. **Adamczyk, W. M.**, Katra, M., Szikszay, T. M., Peugh, J., King, C. D., Luedtke, K. i Coghill, R. C. (2023). Spatial tuning in nociceptive processing is driven by attention. *The Journal of Pain*, 24(6), 1116-1125
Impact factor = 4.0 | Punktacja MNiSW = 140 | [OSF.io](#) | [PDF artykułu](#) | [Preprint](#)

Wkład habilitanta w powstanie powyższej pracy polegał na zaplanowaniu eksperymentu, uzyskaniu niezbędnych formalności do przeprowadzenia badania, w tym uzyskaniu zgody właściwej Komisji Bioetycznej, zarejestrowaniu protokołu badania na platformie OSF.io, opracowaniu metodologii oraz analizie piśmiennictwa. Ponadto habilitant nadzorował proces zbierania danych i wdrażał paradygmat badawczy, przeprowadzał walidację zebranych danych, analizę statystyczną oraz interpretację uzyskanych wyników. Wreszcie habilitant był odpowiedzialny za przygotowanie pierwszej wersji manuskryptu, poprawienie jej zgodnie z uwagami współautorów, publikację artykułu w formie preprintowej oraz prowadzenie korespondencji z czasopismem. Habilitant przygotował

także skrypt do analizy danych oraz udostępnił wraz z artykułem surowe dane, umożliwiając tym samym replikację analiz przez osoby trzecie. Co więcej, habilitant samodzielnie przeprowadził korektę manuskryptu zgodnie z uwagami czasopism: „PAIN” oraz ostatecznie „The Journal of Pain”.

- iv. **Adamczyk, W. M.**, Szikszay, T. M., Nahman-Averbuch, H., Skalski, J., Nastaj, J., Gouverneur, P. i Luedtke, K. (2022). To calibrate or not to calibrate? A methodological dilemma in experimental pain research. *The Journal of Pain*, 23(11), 1823–1832.
Impact factor = 4.0 | Punktacja MNISW = 140 | [PDF artykułu](#) | [Preprint](#)

W przypadku powyższej pracy habilitant także pełnił wiodącą rolę na każdym etapie przygotowania artykułu. Habilitant samodzielnie opracował plan eksperymentu wewnątrzgrupowego, którego celem było porównanie częstotliwości wykrycia istotnego efektu psychofizycznego za pomocą metody opartej na indywidualizacji bodźców z metodą opartą na standaryzacji. Habilitant przeprowadził eksperyment oraz samodzielnie wykonał szereg symulacji ukazujących moc testowania statystycznego przy zastosowaniu obu metod. Ponadto habilitant dokonał przeglądu literatury przedmiotu i w formie tabelarycznej podsumował najważniejsze doniesienia literatury przedmiotu. Ostatecznie habilitant przygotował manuskrypt oraz materiały dodatkowe.

We wszystkich wyżej przedstawionych publikacjach habilitant jest pierwszym autorem i w każdej z nich pełnił rolę autora korespondencyjnego. W każdej z czterech publikacji wkład habilitanta był wiodący, o czym świadczy wskaźnik procentowy (60 - 80%). W pracach oryginalnych habilitant osobiście pozyskiwał niezbędne zgody lub we współpracy z ostatnim autorem. Każde badanie zostało zarejestrowane osobiście przez habilitanta. Dwie z czterech publikacji powstały w ramach realizacji grantu badawczego, którego habilitant jest kierownikiem (OPUS 19). W nowszych publikacjach (3/4) habilitant wykorzystał tzw. „zielony” otwarty dostęp, tzn. manuskrypty zostały najpierw opublikowane w otwartym dostępie na jednym z serwerów preprintowych. Wkład habilitanta w zredagowanie i przygotowanie manuskryptów został potwierdzony w załącznikach.

4.3. Omówienie celu naukowego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich wykorzystania

Celem naukowym prowadzonych i opublikowanych badań stanowiących powyższe dzieło habilitanta była charakteryzacja przestrzennych manifestacji systemu nocycepcji człowieka za pomocą metod psychofizycznych. System nocycepcji, rozumiany tutaj jako anatomiczno-fizjologiczny „aparat” umożliwiający odczuwanie bólu u człowieka, jest silnie rozproszony wewnątrz samego układu nerwowego, przez co jest on odporny na wszelkiego rodzaju zaburzenia. Rozproszona architektonika tego systemu w połączeniu z przetwarzaniem informacji w oparciu o model równoległy i kodowanie populacyjne grup neuronów powoduje efektywną kompensację jednego wadliwie funkcjonującego ogniwa przez inne. W niniejszym „dziele” skupiono się na opisanu niektórych z psychofizycznych manifestacji rozproszonego systemu nocycepcji (*DNS, distributed nociceptive system*) oraz poznaniu mechanizmów tychże manifestacji. Prowadzone na przestrzeni pięciu lat badania koncentrowały się wokół trzech połączonych merytorycznie zagadnień: i) przestrzennego sumowania bólu, ii) tzw. „ostrości”, czyli rozdzielczości systemu nocycepcji, oraz iii) metodologicznych aspektach badań naukowych mogących mieć wpływ na wykrywanie tychże manifestacji. Tworzące dzieło publikacje powstały w ramach wewnętrznego finansowania jednostek badawczych (publikacje **i – ii**) lub w ramach grantu badawczego (OPUS 19) pt. *Przestrenny wymiar bólu jako reakcja uwarunkowana klasycznie u ludzi* (publikacje **iii - iv**).

4.3.1. Czy system nocycepcji cechuje się większą rozdzielczością przestrzenną od systemu dotyku?

Jednym z podstawowych zagadnień w badaniach psychofizycznych jest charakterystyka rozdzielczości przestrzennej danego systemu sensorycznego. Rozdzielczość wzrokową, tzw. „ostrość”, można zbadać za pomocą przesiewowej procedury bazującej na Tablicach Snellena¹, w której to osoba badana rozpoznaje litery o określonej wielkości. Inaczej jest w przypadku ostrości dotyku, którą można zmierzyć np. za pomocą testu dyskryminacji dwóch punktów (*2PD, two-point discrimination threshold*)². Test ten polega na podawaniu par bodźców, które oddalane są od siebie o określony dystans. Osoba badana stara się określić, czy czuje w tym przypadku dotyk/bodziec w jednym czy dwóch miejscach (punktach). Im mniejsza odległość umożliwiająca odczucie bodźców w dwóch różnych punktach, tym lepsza jest rozdzielczość przestrzenna³. Co ciekawe, badania z zakresu rozdzielczości przestrzennej w kontekście

nocycepcji nie przyniosły dotychczas spójnych rezultatów^{4,6}, zwłaszcza gdy rozpatrywać różnice pomiędzy ostrością dwóch eksteroceptywnych systemów, tj. dotyku i nocyciepcji.

Charakterystyka ostrości nocyciepcji jest konieczna do określenia ram fizjologicznych tego systemu, tj. opisanie ram normatywnych dla populacji osób, u których aspekt ten może być zaburzony, np. u pacjentów z bólem przewlekłym. Dotychczasowe badania na zdrowych ochotnikach ujawniały gorszą ostrość w przypadku systemu nocyciepcji w porównaniu do systemu dotykowego^{4,6}, co trudno było wytłumaczyć biologicznie. System nocyciepcji warunkujący przetrwanie jednostki (unikanie uszkodzenia ciała) powinien bowiem charakteryzować się dużą precyzją, aby adekwatnie reagować na pojawiające się ze środowiska zewnętrznego zagrożenia. Wcześniejsze badania jednak nie potwierdziły tej tezy⁶ bądź wskazały na podobną rozdzielczość przestrzenną obu systemów⁴. Znaczącym ograniczeniem wspomnianych badań było wykorzystanie bodźców o różnych modalnościach do porównania ostrości dotyku (bodźce mechaniczne, dotykowe) z ostrością nocyciepcji (np. stymulacja laserowa). Rozumowanie podjęte przez autorów wcześniejszych prac bazowało na założeniu, że bodźce termiczne podawane przez laser selektywnie drażnią włókna nocycieptywne typu C^{5,6} – założenie wciąż dyskutowane⁷. By wyeliminować ten problem, postanowiono przeprowadzić eksperyment, w którym nasilenie bodźców będzie zmienne, aby aktywować odpowiednio dotykowy lub nocycieptywny system, lecz w ramach tej samej modalności. Celem pierwszego badania habilitanta było wykorzystanie dwóch modalności do podawania bodźców, tj. elektrycznej i mechanicznej, ale porównanie przede wszystkim ostrości dotyku i nocyciepcji w ramach tej samej modalności. Celem drugim było wywołanie efektu przestrzennego sumowania bólu zależnego od odległości między podawanymi bodźcami i analiza związku pomiędzy sumowaniem a ostrością przestrzenną.

Badanie zawarte w pierwszej publikacji (i) zostało przeprowadzone na Uniwersytecie w Lubecie podczas stażu finansowanego przez Niemiecką Organizację Wymiany Akademickiej (DAAD). W badaniu wzięło udział 37 zdrowych osób. Osoby badane poddane zostały skrupulatnej procedurze określenia progu dyskryminacji dwóch punktów (2PD). Progi 2PD zostały wyznaczone w czterech różnych procedurach w zrównoważonym układzie badawczym. Progi były wyznaczone dla bodźców mechanicznych o dotykowej (włosy von Freya) lub nocycieptywnej intensywności (stymulatory mechaniczne „PinPrick” = 512 mN) oraz dla bodźców elektrycznych o intensywności bodźców dobranej tak, aby wywoływała lub nie dolegliwości bólowe. Próg bólu wyznaczany był na początku badania. Bodźce elektryczne podawane były przeskórnie za pomocą cylindrycznych elektrod (8mm średnica), które umożliwiają podanie bodźców poprzez centralnie ulokowany „pin”, który jest w kontakcie ze skórą. Do tego celu ułożono 8 elektrod wzdłuż linii horyzontalnej na poziomie trzeciego kręgu lędźwiowego. Program losowo wybierał pary elektrod odseparowane od siebie określoną długością (od 2 do 14 cm). Po każdej parze bodźców osoba badana raportowała w ilu punktach odczuwała bodźce: w jednym lub dwóch, oraz jakie było nasilenie bólu (skala NRS, 0 – brak bólu, 10 – najsilniejszy do wyobrażenia ból). W przypadku bodźców mechanicznych stymulowane były te same punkty oddalone od siebie o identyczne odległości, lecz za pomocą wspomnianych włosów von Freya lub igieł „PinPrick”, które na potrzeby badania zostały przymocowane do mechanicznej suwmiarki umożliwiającej podanie dwóch bodźców jednocześnie. Program losowo wskazywał osobie prowadzącej badanie jaką odległość zastosować w danej próbie. Każdy z czterech testów bazował na przeprowadzeniu 48 prób (7 różnych odległości + 1 próba kontrolna – jedna elektroda lub stymulacja mechaniczna w jednym punkcie, łącznie 8 × 6 prób).

Wyniki częściowo wskazały na replikację wcześniejszych obserwacji^{5,6}, tj. gorszą ostrość w przypadku nocyciepcji niż dotyku, lecz tylko gdy porównanie odnosiło się do dwóch różnych modalności (bodźce dotykowe mechaniczne vs. bodźce elektryczne nocycieptywne). Co ciekawe, porównania wewnątrz każdej z dwóch modalności ujawniły silnie istotne zróżnicowanie przemawiające na korzyść większej ostrości w systemie nocyciepcji. Dla przykładu, progi 2PD były istotnie niższe dla bodźców nocycieptywnych niż dotykowych i to samo zostało stwierdzone w przypadku modalności elektrycznej. Dodatkowo wielkość progów 2PD, choć niższa dla bodźców nocycieptywnych, znacznie odstawała od szacunkowej wielkości pól recepcyjnych dla neuronów o włóknach typu A-delta lub C⁸. Odkrycie to może wskazywać na istnienie rdzeniowych lub ponadrdzeniowych determinantów dyskryminacji dwóch punktów. W badaniu wywołano ponadto silny efekt sumowania przestrzennego, który był niezależny od zastosowanej modalności bodźców, co także może wskazywać na centralne ulokowanie mechanizmów kształtujących sumowanie przestrzenne. Ból wywołany za pomocą par elektrod (lub bodźców mechanicznych) był zawsze istotnie większy niż ból wywołany w przypadku prób kontrolnych, w których stymulacja odbywała się za pomocą jednej elektrody (lub igły). Nie tylko zwiększenie stymulowanego obszaru ciała wywołało efekt sumowania przestrzennego bólu, także zwiększenie odległości separacji pomiędzy parą elektrod wywierało efekt hyperalgetyczny. Nie stwierdzono korelacji pomiędzy wielkością sumowania a wielkością progu 2PD, co może oznaczać, że sumowanie przestrzenne bólu nie jest

zdeteminowane przez ostrość samego systemu. Wynik ten może wskazywać na ograniczoną rolę wielkości pól recepcyjnych w kształtowaniu sumowania przestrzennego.

4.3.2. Dlaczego sumowanie przestrzenne nie podlega zasadom arytmetyki?

W klasycznym ujęciu sumowanie przestrzenne bólu można z łatwością zaobserwować behawioralnie w życiu codziennym. Przeważnie, chociaż i tutaj występują istotne różnice indywidualne, chcąc przenieść gorący obiekt z punktu *a* do punktu *b*, złapiemy go jak najmniejszą powierzchnią dłoni, by zmniejszyć nasilenie bolesnych odczuć wynikających z ekspozycji na wysoką temperaturę. Pierwsze doniesienia o tymże efekcie w warunkach laboratoryjnych sięgają lat trzydziestych ubiegłego wieku⁹ i od samego początku wywoływały kontrowersje w środowisku naukowym. Wspomniane sumowanie przestrzenne miało się bowiem objawiać obniżeniem progu bólu podczas zwiększenia stymulowanej powierzchni ciała. Innym słowy, próg bólu wyznaczony za pomocą termody o większej powierzchni powinien być niższy niż w przypadku zastosowania termody o mniejszej powierzchni. Założenie to nie doczekało się konsensusu we wczesnych eksperymentach, lecz dopiero 50 lat później zostało potwierdzone z wykorzystaniem innej techniki umożliwiającej kwantyfikację przestrzennego sumowania bólu, tzw. techniki opartej na nadprogowych ocenach bólu¹⁰⁻¹³. W technice tej bodźce podawane zazwyczaj przezskórnie są drażniące i mają silny potencjał do wywołania bólu. Stosując próbki o różnych powierzchniach, wykazano, że oceny bólu wyrażone np. na wizualnej skali analogowej (*VAS, visual analogue scale*) dają wyższe wartości, gdy ta sama intensywność bodźca podawana jest za pomocą próbników o większej powierzchni. Badania te potwierdziły istnienie efektu sumowania przestrzennego bólu z wykorzystaniem modalności termicznych, tj. ciepła¹⁴ i zimna¹⁵, bodźców mechanicznych (punktowych¹⁶ i kompresyjnych¹⁷), laserowych¹⁸ oraz elektrycznych¹⁹.

Pomimo znaczącego postępu w badaniach nad przestrzennym sumowaniem bólu wciąż nie wiadomo jakie mechanizmy neurobiologiczne leżą u podstaw tego zjawiska. Niemniej obserwacje psychofizyczne sugerują, że znaczący komponent mechanizmów stanowią procesy centralne wynikające ze zstępującej aktywności szlaków hamujących ból. Chociaż badania empiryczne sugerują lokalną integrację bodźców, hamowanie oboczne czy kodowanie populacyjne jako neurologiczne mechanizmy sumowania, wciąż nie jest określone, czy sumowanie przestrzenne jest echem inhibicji sterowanej centralnie. Dla przykładu, przyrost bólu w sumowaniu przestrzennym jest po pierwsze nieproporcjonalny, a po drugie nieliniowy. W jednym z badań nad sumowaniem bólu, Marchand i Arsenault prosili uczestników, by stopniowo zanurzali coraz to większe części kończyny górnej w wodzie o wysokiej temperaturze, zaczynając od opuszków palców, a kończąc na dole pachowym (warunek wstępujący)²⁰. W innej części badania proszono o zanurzenia w odwrotnej kolejności, tj. od największej do najmniejszej powierzchni kończyny górnej (warunek zstępujący). Efekt sumowania nie wystąpił, gdy zanurzenia miały charakter „wstępujący”, natomiast sumowanie było zauważalne przy zanurzeniach zstępujących. Chcąc potwierdzić zaangażowanie mechanizmów hamowania bólu, należy ocenić, czy wielkość sumowania jest zależna od intensywności stosowanej stymulacji, która im większa, tym ma większy potencjał do aktywacji mechanizmów hamowania bólu²¹.

Głównym celem badania, którego wyniki znajdują się w drugiej publikacji (**ii**), była pośrednia ocena roli zstępujących szlaków hamowania bólu poprzez dobór bodźców o różnej intensywności. Bazując na założeniu, że bardziej intensywne drażnienie będzie aktywować szlaki hamowania bólu w większym stopniu, postawiono hipotezę o zmniejszonym sumowaniu w przypadku bodźców o *większej* intensywności. Drugim celem badania było sprawdzenie wydajności dwóch fenotypów sumowania przestrzennego (zależnego od odległości vs. zależnego od powierzchni) i porównanie ich ze sobą. Badanie zostało przeprowadzone na Uniwersytecie w Lubece w ramach podjętej tam przez habilitanta współpracy. W badaniu wzięło udział 31 ochotników. Ochotnicy brali udział w trzech sesjach, gdyż eksperyment miał również za zadanie sprawdzić wiarygodności efektów sumowania. Z powodu niewykrycia różnic między sesjami, dane z trzech sesji zostały uśrednione, by zniwelować błąd pomiaru. W trakcie każdej sesji wywoływano efekt sumowania przestrzennego, który był zależny od odległości między stymulowanymi punktami oraz od wielkości stymulowanego obszaru ciała²². Do tego celu posłużono się nowatorską technologią, która była w pełni zautomatyzowana. Do niedominującej ręki (okolicy kłębika dłoni) przyczepiono 5 cylindrycznych elektrod. Umocowane elektrody tworzyły więc linię o długości 4cm (0.8cm × 5). W paradygmacie sumowania przestrzennego zależnego od obszaru aktywowano od 1 do 5 elektrod, podczas gdy w paradygmacie sumowania zależnego od odległości aktywowano 1 elektrodę (jako formę kontroli) lub 2 elektrody umiejscowione zewnętrznie w taki sposób, że były to albo elektrody ułożone najbliżej siebie, albo z przerwą wyznaczoną przez jedną, dwie lub trzy elektrody. Po zaprzestaniu stymulacji osoba badana oceniała ból na skali VAS.

Wyniki eksperymentu wskazały na kilka nowatorskich obserwacji: i) przyrost bólu w sumowaniu przestrzennym został opisany za pomocą równania Stevensa z potęgą, której średnia wartość była < 1 . W równaniu tym wielkość potęgi wyznacza trend i rodzaj przyrostu. Wartości potęgi < 1 świadczą o przyroście logarytmicznym. Zależność między nasileniem bodźca (drażnieniem) a percepcją (bólu) jest szczegółowo opisana w literaturze (zależność wykładnicza), jednak niniejsze badanie dostarczyło pierwszych danych na temat współczynnika potęgowego determinującego funkcję spostrzeganego bólu od wielkości stymulowanego obszaru przy zachowaniu stałej intensywności bodźca, ii) współczynnik potęgi był mniejszy, gdy zastosowano większe nasilenie bodźców, co może wskazywać na zwiększoną rekrutację mechanizmów hamowania przy większych natężeniach, iii) wreszcie badanie wykazało, że nasilenie bólu jest jednakowe, gdy stymulacja przebiega z zastosowaniem 5 elektrod (sumowanie zależne od powierzchni) lub 2 umiejscowionych w skrajnych miejscach (sumowanie zależne od dystansu). Wynik ten oznacza, że ból był podobny nawet wtedy, gdy „ognisko” nocycypcji zostało zwiększone aż o 150%. Wyniki tego badania mają znaczenie dla zrozumienia mechanizmów modulacji bólu oraz interakcji jaka zachodzi pomiędzy stymulowanym obszarem a rezultatem aktywności neuronalnej w ośrodkowym i obwodowym układzie nerwowym. Aktualne kierunki badawcze habilitanta próbują odpowiedzieć na pytanie, jakie obszary mózgu są zaangażowane w generowanie wspomnianej inhibicji.

4.3.3. Czy procesy poznawcze mogą kształtować sumowanie przestrzenne bólu?

Chociaż dostępna literatura w zakresie przestrzennego sumowania bólu wskazuje na rolę zarówno mechanizmów obwodowych²³, jak i centralnych^{20,24-27}, to właśnie te ostatnie wydają się dominować w dyskutowanej literaturze przedmiotu, co więcej, badania z zakresu mechanizmów obwodowych sumowania są niejednoznaczne i dotychczas nie ustalono definitywnie w jakim stopniu stymulacja włókien nerwowych o różnych parametrach fizjologicznych (np. klasa A vs. C) kształtuje ten efekt. Niemniej badania prowadzone przez niezależne zespoły badawcze potwierdziły wpływ uwagi na istnienie efektu sumowania, co wskazuje na istotną rolę czynników poznawczych takich jak uwaga^{28,29} oraz oczekiwania¹⁵ w kształtowaniu tego efektu. Dla przykładu w eksperymencie Defrin i wsp.²⁹ równoczesnej stymulacji poddano dwie kończyny górne i zaobserwowano trend w kierunku sumowania, ale tylko wtedy, gdy oceny bólu dotyczyły uogólnionego bólu z dwóch stymulowanych obszarów (kończyn). Gdy osoby badane miały za zadanie oceniać ból z wyraźnym zaznaczeniem, że chodzi o ból z jednej stymulowanej kończyny, to zaobserwowano zmniejszenie bólu. W innych badaniach stymulacja dwóch punktów została rozłożona na ten sam dermatom unilateralnie: stymulacja dwóch różnych punktów wynosiła niespełna 10 cm³⁰. Wykazano także, że podzielenie uwagi w taki sposób, że osoba badana podaje oceny najpierw wywołane jedną termodą, a potem drugą, całkowicie znosi efekt sumowania przestrzennego bólu²⁸. Nie mniej w przytoczonych badaniach manewrowanie uwagą mogło także wyzwolić szereg procesów niespecyficznych, które mogą maskować faktyczny wpływ uwagi na sumowanie przestrzenne, co było jednym z asumptów do podjęcia kolejnego badania w ramach niniejszego dzieła (publikacja **iii**).

W pracy nad dostrajaniem przestrzennym celowano w pozyskanie nowej wiedzy na temat roli uwagi w sumowaniu bólu poprzez implementację trzech różnych prób, za pomocą których zbierano dane dotyczące nasilenia bólu. Badanie przeprowadzono na grupie 40 zdrowych, wolnych od bólu ochotników (20 kobiet). Osoby badane uczestniczyły w serii (łącznie) 14 prób, w trakcie których wywoływano ból za pomocą procedury „Cold Pressor Task”. Eksperyment obejmował zanurzanie różnych segmentów rąk uczestników (segment promieniowy „a”, segment łokciowy „b” i oba segmenty „a+b”) w wodzie o drażniącej temperaturze (5°C). Uczestnicy podawali oceny bólu w różnych warunkach manipulacji uwagą: uogólnionej oceny bólu dla obu segmentów razem, oceny z uwzględnieniem podzielonej uwagi (osobne oceny dla każdego segmentu jeden po drugim) i oceny podczas prób z tzw. uwagą celowaną (skupienie się na jednym segmencie w trakcie trwania procedury i podanie oceny z jednego segmentu). Hipoteza badawcza zakładała, że podzielona i celowana uwaga zmniejszy spostrzeganą intensywność bólu w porównaniu do metody polegającej na uogólnionych ocenach bólu, w której to osoba badana ocenia ból bez podzielenia uwagi bądź jej zawężenia do konkretnego segmentu stymulowanej części ciała. Na poziomie teoretycznym badanie miało na celu wykazanie możliwości poznawczej regulacji sumowania przestrzennego, prawdopodobnie poprzez zmianę wielkości pól recepcyjnych za pomocą uwagi^{28,31}.

Wyniki trzeciego badania (**iii**) potwierdziły istnienie istotnego efektu przestrzennego sumowania bólu, gdzie zanurzenie obu segmentów rąk („a+b”) w wodzie o niskiej temperaturze skutkowało znacząco wyższymi ocenami bólu w porównaniu do zanurzenia pojedynczych segmentów ręki („a” lub „b”). Kluczowym wynikiem było jednak to, że

efekt sumowania przestrzennego został wygaszony, gdy uczestnicy podawali oceny bólu przy podzielonej uwadze, co wskazuje na to, że skupienie się na każdym segmencie oddzielnie zmniejszało ogólną percepcję bólu. Co więcej, gdy uwaga była skierowana tylko na jeden segment podczas zanurzenia „a+b”, oceny bólu były znacząco niższe, co dodatkowo potwierdziło rolę celowanej uwagi w sumowaniu bólu.

Wyniki sugerują, że procesy poznawcze, takie jak uwaga, mogą dynamicznie wpływać na to, jak ból jest spostrzegany i integrowany przestrzennie. Obserwacje te są szczególnie istotne dla opracowywania strategii leczenia i diagnozy bólu opartych na technikach poznawczych. Strategie te mogą być pomocne w leczeniu schorzeń charakteryzujących się rozległym bólem, takich jak zespół wieloobjawowego bólu miejscowego (*CRPS, complex regional pain syndrome*) czy przewlekły ból mięśniowo-szkieletowy. Wyniki zawarte w omawianej publikacji mają także istotne implikacje praktyczne, gdyż wskazują na istotną rolę jaką pełni uwaga w procesie diagnozy bólu. Raportowanie przez pacjenta nasilenia bólu w odniesieniu do najbardziej bolesnego punktu (z zawężeniem uwagi), może istotnie wpłynąć na niedoszacowanie zgłaszanych odczuć i w efekcie prowadzić do nieadekwatnego i nieskutecznego leczenia. Ponadto wyniki tego badania nawiązują to efektu Troxlera³² występującego w układzie wzrokowym. Efekt ten został opisany jako zanikanie spostrzeganego obiektu wraz z czasem ekspozycji na stymulację wzrokową jako rezultat mechanizmów hamowania, jak np. hamowania obocznego (*lateral inhibition*)^{33,34}. Iluzja ta została przedstawiona na stronie tytułowej autoreferatu – by jej doświadczyć, należy wpatrywać się w czarny punkt znajdujący się w centralnej części ryciny – po krótkiej chwili szara poświata wydaje się zniknąć.

4.3.4. Indywidualizować czy standaryzować (ból)?

W kolejnej pracy (iv) podjęto problematykę doboru intensywności bodźców w eksperymentalnych badaniach nad bólem. Problematyka ta dotyczy każdego badania, w którym ból wywoływany jest w warunkach laboratoryjnych. Przed przystąpieniem do właściwej fazy badania kluczowe jest dobranie nasilenia bodźców, które może mieć dwojaką formę³⁵: bodźce mogą być dobierane indywidualnie, tzn. tak aby każda osoba badana otrzymała bodźce, które winny wywołać ból np. 50/100 w skali VAS³⁶. Drugie podejście polega na standaryzacji, tzn. każda osoba badana otrzymuje ten sam bodziec o takim samym nasileniu (np. 10 mA lub 49°C)¹⁴. Decyzja o doborze bodźca ma znaczący wpływ na projektowanie eksperymentu, analizę danych i minimalizację czynników zakłócających, takich jak różnice w budowie ciała czy wcześniejsze doświadczenia bólowe³⁷.

W pracy podjęto powyższe zagadnienie, integrując przegląd literatury oraz badanie eksperymentalne. Przedstawia ona szczegółową analizę zalet i wad obu podejść: kalibracji indywidualnej i stałej intensywności. Podkreśla, że indywidualizacja pozwala na dopasowanie poziomu bólu między uczestnikami, co może zmniejszyć zmienność ocen bólu pomiędzy uczestnikami badania, lecz obiektywne miary fizjologiczne mogą nie być adekwatnym wskaźnikiem odczuwanego bólu, gdyż wykazują silne powinowactwo do intensywności samego bodźca³⁸. Z drugiej strony, stosowanie stałej intensywności eliminuje problem różnic w kodowaniu intensywności, co może prowadzić do większej spójności wyników między uczestnikami oraz bardziej równomiernego rozkładu zebranych danych. W części empirycznej pracy omówiono wyniki badania własnego przeprowadzonego we współpracy z Uniwersytetem w Lubce. W badaniu postanowiono wywołać silny pod względem wielkości efekt behawioralny pod nazwą „offsetowa analgeza”, w którym obserwuje się nieproporcjonalny spadek nasilenia bólu przy nieznacznym obniżeniu intensywności bodźca, w tym wypadku temperatury. Do tego celu posłużono się stymulacją jednego fragmentu skóry (2.56 cm²), tzn. stymulowana powierzchnia ciała była stała w toku badania. Efekt redukcji bólu wywołano za pomocą dwóch metod: temperatury dobieranej indywidualnie oraz podawanej w sposób wystandaryzowany, tj. 46°C dla każdej osoby. W oparciu o uzyskane rozkłady efektów dla obu metod przeprowadzono symulacje kontrastów dla prób zależnych uwidaczniających istotność efektów dla każdej z symulowanych par próbek.

Główne wnioski z badania wskazują, że nie ma jednoznacznej wyższości jednego podejścia nad drugim; wybór metody zależy od celu badania, mierzonych zmiennych, modelu eksperymentalnego bólu oraz poziomu generalizacji uzyskanych wyników, które badacz chce osiągnąć. Kalibracja indywidualna może być korzystna w badaniach, gdzie istotne jest dokładne dopasowanie intensywności bólu do percepcji uczestników, natomiast stała intensywność może być lepsza w badaniach wymagających większej stabilizacji ocen bólu w czasie oraz w których to wysoka wiarygodność pomiaru bólu jest kluczowym aspektem. Artykuł kończy się rekomendacjami dla różnych typów badań, podkreślając konieczność świadomego wyboru metodologii w zależności od specyfiki danego eksperymentu. Praca ta jest ważnym wkładem do metodologii badań nad bólem, oferując rzetelny zbiór wskazówek i rekomendacji dla naukowców. Poprzez

zrozumienie kompromisów między kalibracją indywidualną a stałą intensywnością, badacze mogą lepiej projektować swoje eksperymenty, co może przyczynić się do bardziej rzetelnych i powtarzalnych wyników w badaniach nad bólem.

W pracy nad rozdzielczością przestrzenną wykorzystano obie powyższe metody **(i)**, gdyż kalibracja nie była możliwa w przypadku stymulacji mechanicznej – zastosowane igły „PinPrick” mogą maksymalnie wywierać nacisk z siłą 512mN, co wywołuje ból o nieznacznej intensywności, przy czym igły mogące wywrzeć większy nacisk nie są dostępne ze względu na aspekt bezpieczeństwa. Co ciekawe, w badaniu **(i)** dokonano zaskakującej obserwacji, także zreplikowanej w pracy **(iv)**: pomimo przeprowadzenia kalibracji w przypadku bodźców elektrycznych, zmienność odczucia bólu po indywidualizacji była znacząca ($SD \pm 1.52$) i nawet większa od metody standaryzowanej dla bodźców mechanicznych ($SD \pm 1.42$). Podsumowując, kalibracja nie eliminuje różnic indywidualnych i dlatego powinna być implementowana z zachowaniem ostrożności w trakcie analizy danych oraz interpretacji uzyskanych wyników badań.

4.4. Podsumowanie wyników i wnioski ogólne

Wyniki zawarte w czterech wskazanych publikacjach można podsumować i pogrupować w ramach dwóch głównych kategorii, tzn. psychofizycznych manifestacji rozproszonego systemu nocycepcji, oraz metodologii badań przestrzennych aspektów odczuwania bólu.

W ramach pierwszej z nich należy wyróżnić:

- i. Przestrzenne sumowanie bólu jest zjawiskiem zależnym od nasilenia samego bólu: im nasilenie bólu jest wyjściowo większe, tym sumowanie jest mniejsze, co może wskazywać na aktywacje zstępujących szlaków hamowania bólu. Wniosek ten jest wsparty wynikami badania **(ii)** oraz częściowo badania **(iii)**.
- ii. Zarówno przestrzenne sumowanie bólu, jak i ostrość, tj. precyzja nocycepcji, są niezależne od zastosowanej modalności (elektrycznej vs. mechanicznej), co może wskazywać na ich centralną, a nie obwodową determinację.
- iii. Rozdzielczość przestrzenna systemu nocycepcji – wbrew powszechnej opinii – może być większa niż systemu dotyku. Może to mieć związek z dostarczaniem większej ilości informacji do systemu nocycepcji w przypadku jego drażnienia bodźcami o większym nasileniu w porównaniu do systemu dotyku, który wymaga bodźców o mniejszym nasileniu.
- iv. Sumowanie przestrzenne bólu maleje wraz ze wzrostem stymulowanego obszaru ciała, podczas gdy dyskryminacja dwóch stymulowanych nocyceptywnie punktów zwiększa się wraz ze wzrostem odległości między nimi. Niemniej jednak nie wykazano bezpośredniego związku pomiędzy dyskryminacją (rozdzielczością) a wielkością sumowania bólu, zarówno w przypadku stymulacji mechanicznej, jak i elektrycznej.
- v. Sumowanie bólu jest pod wpływem modulacji ze strony procesów poznawczych, takich jak uwaga. Uwaga może zminimalizować efekt sumowania, ale może go także całkowicie znieść w zależności od tego jak zaprojektowana jest procedura zbierania danych.

W ramach drugiej kategorii wyniki można podsumować następująco:

- i. Na pomiar efektów psychofizycznych w badaniach nad bólem ma wpływ sposób w jaki wyznaczana jest intensywność stymulacji, która może być indywidualizowana lub standaryzowana.
- ii. Indywidualizacja może prowadzić do zmniejszenia wariancji w próbkę, co wiąże się z brakiem konieczności stosowania większych licznosci w badaniach eksperymentalnych.
- iii. Standaryzacja wiąże się z większym rozproszeniem pomiaru bólu, co może wiązać się z potrzebą zbadania większych próbek, by wykryć statystycznie istotny efekt psychofizyczny (odrzuć hipotezę zerową o braku różnic), lecz większa wariancja wiąże się także z większą wiarygodnością pomiaru bólu.
- iv. Indywidualizacja, choć może być pomocna w badaniach o inwazyjnym charakterze, nie jest idealnym zabiegiem: kalibracja nasilenia bólu nie eliminuje w znaczący sposób różnic indywidualnych, a jedynie je zmniejsza. Co więcej, różne nasilenie bodźców stosowane u różnych osób prowadzi do stymulacji innych klas włókien nerwowych i może rekrutować odmienne mechanizmy odpowiedzialne za odczucie bólu.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

5.1. Aktywność naukowa podejmowana poza macierzystą jednostką naukową

- i. **Aktywność naukowa w zespole badawczym prof. Roberta C. Coghilla, Cincinnati Children's Hospital Medical Center.** Habilitant od października 2021 roku do lutego 2024 odbywał staż podoktorski w renomowanym ośrodku naukowym specjalizującym się m.in. w terapii przewlekłego bólu dzieci oraz badań podstawowych bólu z wykorzystaniem techniki funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI). W trakcie stażu habilitant osobiście prowadził badania psychofizyczne na osobach pełnoletnich, jak i nieletnich, według najwyższych standardów etyki badań naukowych. Celem stażu było nabycie nowych umiejętności w zakresie samodzielnego prowadzenia eksperymentów w fMRI, nadzoru nad prowadzonymi badaniami oraz nabycie nowych kompetencji z zakresu programowania za pomocą języka Python-3, zwiększenie warsztatu pracy w środowisku MATLAB, *unix* (shell: *bash*, *zssh*), *FSL* oraz poszerzenie wiedzy z zakresu przestrzennych aspektów bólu i nocycepcji. Praca pod okiem doświadczonego naukowca, jakim jest prof. Coghill, doprowadziła do kilku efektów w trakcie intensywnych 29 miesięcy pracy. Do najważniejszych osiągnięć należy zaliczyć:
 - a. Publikację nowatorskich wyników badań nad porównaniem percepcyjnej radiacji w systemie wzrokowym i systemie nocycepcji. Wyniki są aktualnie dostępne w formie publikacji na serwerze preprintowym i stanowią pośredni dowód na istnienie mechanizmu kodowania populacyjnego, w którym to coraz to silniejsze bodźce nocyceptywne prowadzą do rekrutacji większej populacji neuronów nocyceptywnych i neuronów typu „wide-dynamic-range”. Wyniki eksperymentu wskazały na istnienie istotne radiacji bólu, poprzez wskazanie przez osoby badane średnio 12-krotnie większego pola powierzchni odczuwanego bólu niż faktyczne pole powierzchni (skóry) objęte stymulacją termiczną (49°C). Co ciekawe, radiacja nie występowała w układzie wzrokowym, co wskazuje na istnienie odmiennych mechanizmów leżących u podstaw przestrzennej reprezentacji bólu i bodźców wzrokowych u ludzi.
 - i. **Adamczyk, W. M., Ramu, V., Jackson, C., Schulze, G., Goldschneider, K. R., Kashikar-Zuck, S., King, C. D. i Coghill, R. C. (2024).** Radiation of pain: Psychophysical evidence for a population coding mechanism. *bioRxiv: the preprint server for biology*, 2024.04.02.587666.
 - b. Napisanie skryptu Wizualnej Skali Analogowej (skala VAS) do oceny bólu w języku Python-3 przy wykorzystaniu biblioteki „PsychoPy”. Skala VAS, pierwotnie zwalidowana w 1983 roku przez Donalda Price'a³⁹ jest instrumentem pomiarowym składającym się z dwóch linijek osadzonych jedna w drugiej⁴⁰. Przesunięcie jednej z nich odsłania coraz to dłuższy czerwony suwak, którego długość określa nasilenie bólu w skali od 0 do (umownie) 10 lub 100. Elektroniczna skala VAS jest jej wierną kopią, w której koordynaty kursora zamieniane są na koordynaty jednej z linijek, która przeciągana jest w prawą stronę, odsłaniając coraz to dłuższy czerwony suwak odzwierciedlający nasilenie raportowanego bólu. Skala jest dostępna na platformie GitHub. | [link](#)
 - c. Trzykrotne złożenie wniosku grantowego o sfinansowanie badań w ramach programu R00/K99 (konkurs organizowany przez National Institute of Health, Stany Zjednoczone).
 - d. Publikację wyników badania na temat „dostrojenia przestrzennego” (publikacja (iii) w sekcji 4.3) w czasopiśmie „The Journal of Pain”. W badaniu przedstawiono wpływ manipulacji uwagą na przestrzenne sumowanie bólu. Wyniki badania zostały przedstawione na Światowym Kongresie Badania Bólu organizowanym przez IASP (2022, Toronto), Europejskim Kongresie Bólu EFIC (2023, Budapeszt) oraz na konferencji organizowanej przez Amerykańskie Stowarzyszenie Badań nad Bólem (2022, Cincinnati) – do uczestniczenia w tej konferencji habilitant otrzymał tzw. *travel award*. Oprócz wykazania zniesienia sumowania za pomocą zastosowania procedury podzielenia uwagi, wyniki mają znaczenie dla praktyki klinicznej, gdyż koncentrowanie się na mniejszym, tj. zawężonym obszarze bólu może powodować istotne niedoszacowanie bólu, co może przekładać się na nieadekwatne leczenie bólu.
 - e. Przeprowadzenie badań nad mózgowymi mechanizmami modulacji bólu wywołanego przez przestrzenne sumowanie bólu. Rejestracja projektu badawczego znajduje się w bazie danych OSF.io i

- jest publicznie dostępna. Wyniki eksperymentu są aktualnie analizowane i zostaną wkrótce przygotowane do publikacji. | [link](#)
- f. Uczestnictwo w projekcie badawczym z zakresu rzeczywistego i pamiętanego bólu u dzieci. Wraz z międzynarodowym zespołem współautorów z Hiszpanii oraz Polski, przygotowana została meta-analiza badań nad pamięcią bólu, której wyniki wskazały na zniekształcenia pamięciowe występujące u dzieci zwłaszcza w kierunku przeszacowania, co oznacza, że dzieci pamiętają swój ból jako większy niż był on w rzeczywistości. | [link](#)
- ii. **Aktywność naukowa we współpracy z Zespołem Badania Bólu (ZBB) prof. Przemysława Bąbła (Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński).** Współpraca z ZBB została rozpoczęta w 2015 roku jako efekt zatrudnienia obecnie już habilitanta (wtedy doktoranta) na stanowisku stypendysty Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu SONATA-BIS 4. Współpraca formalnie została zakończona pozytywnym rozliczeniem grantu PRELUDIUM 12 habilitanta, który otrzymał w 2017 roku, jednak trwa nieformalnie do chwili obecnej. Do najważniejszych efektów aktywności w tej jednostce naukowej należy zaliczyć:
- a. Autorstwo i współautorstwo łącznie 12 publikacji naukowych opublikowanych w prestiżowych czasopiśmie z zakresu badań nad bólem.
- b. Otrzymanie grantu PRELUDIUM 12.
- c. Zorganizowanie sesji naukowej na konferencji NEURONUS 2020.
- iii. **Odbycie stażu naukowego w ramach programu stypendialnego pozyskanego przez habilitanta ETIUDA 5 (nr 2017/24/T/HS6/00329).** W ramach programu habilitant był zobligowany do odbycia stażu w renomowanej jednostce badawczej celem poszerzenia warsztatu badawczego oraz zainicjowania międzynarodowej współpracy. Staż odbywany był pod nadzorem prof. Kerstin Luedtke w Instytucie Neuronauk (Institute of Systems Neuroscience) Hamburg-Eppendorf. W trakcie stażu (10.2018–03.2019) habilitant nabył doświadczenie w prowadzeniu badań z wykorzystaniem elektrostymulacji wywołującej ból oraz rozpoczął prace koncepcyjne nad nowatorskimi badaniami z zakresu szeroko rozumianych mechanizmów modulacji bólu z uwzględnieniem ich przestrzennej komponenty. Do najważniejszych osiągnięć tego stażu można zaliczyć:
- a. pogłębienie współpracy z międzynarodowym partnerem, co doprowadziło m. in. do zorganizowania wspólnej sesji naukowej na prestiżowej konferencji NEURONUS 2020 (zaproszony speaker: Bjoern Horing).
- b. dokończenie rozprawy doktorskiej i uzyskanie stopnia naukowego doktora (17.09.2019).
- c. poszerzenie warsztatu w zakresie przygotowania publikacji, np. Luedtke & Adamczyk⁴¹, Luedtke i wsp.⁴², Adamczyk i wsp.².
- d. pogłębienie umiejętności w zakresie programowania w środowisku MATLAB oraz zdobycie pierwszego doświadczenia w prowadzeniu badań z wykorzystaniem neuroobrazowania funkcjonalnym rezonansem magnetycznym (fMRI). Habilitant ukończył podstawowe szkolenie z analizy danych fMRI w Instytucie Neuronauk.
- iv. **Aktywność badawczo-rozwojowa na Uniwersytecie w Lubecce w zespole Pain & Exercise Research Luebeck.** Aktywność ta została rozpoczęta jeszcze w trakcie studiów doktoranckich habilitanta i chociaż nieformalnie nigdy nie ustała, to można w niej wyodrębnić trzy okresy. Pierwszy z nich rozpoczął się w chwili dołączenia prof. Kerstin Luedtke do projektu badawczego (wtedy doktoranta) w roli promotora pomocniczego i trwał do chwili uzyskania stopnia naukowego doktora. Współpraca rozpoczęła się od przygotowania przeglądu systematycznego badań nad ostrością dotyku u osób z przewlekłym bólem i obejmowała przede wszystkim odbycie krótkoterminowego stażu doktoranckiego w ramach programu stypendialnego z fundacji DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst). Drugi etap współpracy to rozwinięcie nowej linii badań po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, tj. mechanizmów sumowania przestrzennego i ostrości dotykowej (publikacje **(i)** oraz **(ii)** w sekcji 4.2). Etap ten trwał do momentu rozpoczęcia stażu w Stanach Zjednoczonych (2021, październik). Trzeci, ostatni etap aktywności został wznowiony w lutym 2024 roku, kiedy to habilitant otrzymał propozycję pracy jako postdoc w grupie badawczej prof. Luedtke (po zakończeniu pracy w Stanach Zjednoczonych). Do głównych efektów współpracy można zaliczyć:

- a. Opublikowanie prac stanowiących podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora (rozdział 4.2). Wszystkie 4 publikacje stanowiące cykl powstały we współpracy z badaczami z Uniwersytetu w Lubece.
 - b. Otrzymanie wspomnianego stypendium DAAD (No. 91676829) na odbycie stażu (02.2018 do 06.2018).
 - c. Rozpoczęcie nowej linii badań nad czasowymi aspektami modulacji bólu z uwzględnieniem offsetowej analgezji. Do dziś ukazało się 11 publikacji w tym obszarze badań.
 - d. Wspólne przygotowanie wniosków o dofinansowanie badań w ramach programu BEETHOVEN na projekt realizowany we współpracy polsko-niemieckiej. Chociaż projekt ten nie uzyskał finansowania, stanowił podstawę do złożenia kolejnego wniosku, który uzyskał finansowanie w 2020 roku (OPUS 19).
 - e. Pogłębienie warsztatu w zakresie przygotowania wniosków grantowych poprzez złożenie grantu badawczego do niemieckiej fundacji DFG. Projekt nie uzyskał finansowania.
 - f. Rozwinięcie umiejętności programowania za pomocą języków Python-2, i później Python-3. Uczestnictwo w szkoleniu z zakresu programowania oraz analiz statystycznych przeprowadzonych za pomocą języka statystycznego R (Coursera.org).
 - g. Habilitant ukończył podstawowe szkolenie z analizy danych fMRI w Instytucie Neuronauk.
 - h. Wypromowanie 4 prac licencjackich oraz 2 magisterskich.
- v. ***Odbycie wizyty studyjnej na belgijskim Uniwersytecie w Leuven (4.07.2018–6.07.2018)***. Celem wizyty była wymiana doświadczeń z liderem grupy badawczej prof. Johannesem Vlaeyenem. Prof. Vlaeyen jest ikoną pionierskich badań eksperymentalnych nad uczeniem się strachu przed bólem i nabywania zachowań unikowych. Ze względu na toczący się ówczesnie grant badawczy habilitanta (PRELUDIUM 12), szczegółowym celem wizyty było omówienie wyników projektu^{43,44} i uzyskanie krytycznych uwag do ówczesnie planowanych badań. Wyjazd do Lueven był początkiem przyszłej współpracy z prof. Dianą Tortą, z którą habilitant przygotowywał wniosek o sfinansowanie stażu podoktorskiego. Wniosek przy trzeciej próbie uzyskał ostatecznie finansowanie (3-letni staż finansowany przez belgijską organizację FWO), lecz ze względów osobistych propozycja pracy nie została przyjęta przez habilitanta. Warto jednak podkreślić uzyskanie tego finansowania, ze względu na prestiż programu oraz fakt finansowania zaledwie 18% najlepszych wniosków.

5.2. Tematyczne podsumowanie pozostałych obszarów badawczych habilitanta

5.2.1. Przestrzenne aspekty bólu i nocycepcji

- i. **Adamczyk, W.M.**, Skalski, J., Nowak, D., Jakubińska, M., Kruszyna, M., Budzisz, A., Szikszay, T.M. i Nastaj, J. (2023). Rozsiany system nocycepcji fizjologicznym podłożem odczuwania bólu u ludzi. *Ból*, 24(3), 9-14.
- ii. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Carvalho, G. F., May, A. i Luedtke, K. (2020). Offset analgesia: somatotopic endogenous pain modulation in migraine. *Pain*, 161(3), 557–564.
- iii. Szikszay, T. M., Melz, N., von Glasenapp, B., **Adamczyk, W. M.** i Luedtke, K. (2022). Effects of stimulation area and temperature rates on offset analgesia. *Pain Reports*, 7(6), e1043.
- iv. Szikszay, T. M., Lévénéz, J. L. M., von Selle, J., **Adamczyk, W. M.** i Luedtke, K. (2021). Investigation of correlations between pain modulation paradigms. *Pain Medicine*, 22(9), 2028–2036.
- v. Skalski, J., Nastaj, J., Swoboda, S., Budzisz, A., Zbroja, E., Małecki, A. i **Adamczyk, W.M.** (2021). Non-laboratory adaptation to study spatial summation of pain during COVID-19 pandemic. *Ból*, 22(4), 11-17.
- vi. Nastaj, J., Skalski, J., Budzisz, A., Szikszay, T. M., Swoboda, S., Kowalska, W., Nowak, D., Zbroja, E., Kruszyna, N., Jakubińska, M., Grygny, D., Polczyk, R., Małecki, A., Luedtke, K. i **Adamczyk, W. M.** (2024). Spatial summation of pain is associated with pain expectations: Results from a home-based paradigm. *PLoS One*, 19(2), e0297067.

Oprócz wskazanego w sekcji 4.3. monotematycznego cyklu publikacji, habilitant wykazuje się aktywnością naukową w obszarze badań nad mechanizmami przestrzennych aspektów bólu i nocycepcji, takich jak sumowanie,

dostrajanie, ostrość, lokalizacja czy radiacja bólu. Publikacje zawarte w niniejszym obszarze są w bezpośrednim związku z cyklem, jednak nie zostały w nim ujęte ze względu na jeden z poniższych powodów: publikacja zostanie wykorzystana w postępowaniu o nadaniu stopnia naukowego doktora (mgr Jakub Nastaj) (vi), habilitant nie pełni w publikacji roli wiodącej (habilitant nie jest pierwszym lub ostatnim autorem) (ii, iii, iv) lub artykuł ma charakter przeglądowy (i), lub czasopismo nie posiada współczynnika wpływu (v).

Głównym zagadnieniem tego obszaru jest omówione już wcześniej sumowanie przestrzenne, które pełni istotną rolę biologiczną w organizmie człowieka. Dla przykładu, przezskórną stymulację niską temperaturą cechuje relatywnie mało wydajne sumowanie przestrzenne, co oznacza, że niska temperatura podawana do relatywnie małej powierzchni ciała może powodować, że jednostka nie wykryje podawanego bodźca drażniącego. Jest to potencjalnie niebezpieczne, gdyż niska temperatura podawana przezskórną może wywierać wpływ uszkodzający bez adekwatnej reakcji behawioralnej. Takowa może zostać przejawiona, gdy obszar stymulacji zostanie zwiększony (zwiększenie wydajności sumowania). Co ciekawe, proces tejże wydajności wydaje się być procesem świadomym, gdyż osoby niemające doświadczenia z paradygmatem sumowania przestrzennego mają relatywnie rzetelny model rzeczywistości, w której jednostka potrafi trafnie przewidzieć związek pomiędzy bólem a stymulowaną powierzchnią (vi).

W jednym z koordynowanych przez habilitanta badań osobom badanym pokazano możliwe obszary ciała poddawane stymulacji i zapytano ich o przewidywane nasilenie bólu w wyniku stymulacji tychże obszarów. Analiza statystyczna wykazała silną zależność pomiędzy obszarem a oczekiwanym bólem, co zostało później potwierdzone w badaniu eksperymentalnym, przez co potwierdzono związek pomiędzy sumowaniem przestrzennym a oczekiwaniami bólu – była to pierwsza eksperymentalna próba identyfikacji tej relacji. Jednak nie tylko oczekiwania były obiektem badań habilitanta. Omawiany projekt (v, vi) został zrealizowany w efekcie spowodowanej koronawirusem pandemii COVID-19. Motywacją do badania były więc ograniczenia związane z przemieszczaniem się, dostępem do laboratorium oraz redukcją kontaktów towarzyskich. Habilitant powołał więc zespół badawczy, do którego weszli członkowie i członkinie Studenckiego Koła Naukowego (SKN) „PainLab”. Eksperyment polegał na opracowaniu metodologii badania sumowania przestrzennego w warunkach domowych. Zespół współautorów opracował i najpierw zwalidował technikę wywołania sumowania przestrzennego (v) za pomocą komercyjnie dostępnej aparatury (plastikowe pudło, termometr elektroniczny, woda wraz z kostkami lodu).

Wyniki potwierdzające brak różnic w zakresie przyrostu bólu jako rezultat zwiększenia obszaru stymulacji poprzez zanurzenie coraz to większego obszaru ręki opublikowano w polskim czasopiśmie „Ból”. Jednak nie sama walidacja była sednem eksperymentu. Badacze, wykorzystując nową technikę, zbadali łącznie 68 zdrowych ochotników, którzy w trakcie trwania projektu badawczego przebywali na terenie danego gospodarstwa domowego i spełniali kryteria włączenia do badania. Wyniki eksperymentu potwierdziły efekt sumowania wywołany adaptowaną aparaturą. Co więcej, przytoczony efekt, który został uprzednio wywołany w badaniu Marchanda i Arsenault²⁰ został zreplikowany. W skrócie, linia przyrostu w sumowaniu bólu przebiegała bardziej stromo, gdy zanurzenie odbywało się od większej powierzchni do mniejszej niż odwrotnie, co także może wskazywać na rekrutację mechanizmów hamowania bólu w trakcie sumowania. Nie to jednak było wynikiem odkrywczym. Każda próba będąca rezultatem zanurzenia części ciała w wodzie o niskiej temperaturze trwała 60 s – w jej trakcie nasilenie bólu mierzone było trzykrotnie, dzięki czemu możliwa stała się analiza interakcji trzech czynników, tj. czasu ekspozycji, obszaru (ręka podzielona została na 5 segmentów) oraz kolejności zanurzenia (zanurzenia wstępujące lub zstępujące). Analiza wykazała, że efekt sumowania narastał w czasie, co oznacza, że w integracji z wynikami wcześniejszych badań⁴⁵ intensywność bodźca wydaje się mieć wpływ hamujący na sumowanie, lecz czas nocycceptywnej stymulacji wywiera wpływ torujący na sumowanie. Co ciekawe, wyniki przytoczonego eksperymentu terenowego, pomimo zupełnie innej metodologii, są zgodne z wynikiem wcześniejszych badań habilitanta, w których sumowanie wywołano stymulacją elektryczną i odnotowano logarytmiczny przyrost bólu. W badaniu terenowym przyrost nasilenia bólu był liniowy, lecz warto zaznaczyć, że w odróżnieniu od wcześniejszego badania z bodźcami elektrycznymi, przyrost stymulowanego obszaru był tutaj wykładniczy, co wynikało z pomiarów antropometrycznych rąk osób badanych. Innymi słowy, segmenty ręki leżące bliżej nadgarstka cechowała większa powierzchnia niż segmenty bliższe opuszkom palców. Można zatem wyciągnąć wniosek, że liniowy przyrost bólu w badaniu terenowym nie był logarytmiczny, gdyż drażniony obszar ciała przyrastał wykładniczo.

Przytoczone wyniki badania nad sumowaniem to nie jedyna próba eksploracji mechanizmów tego efektu przeprowadzona przez zespół habilitanta. W badaniu przeprowadzonym we współpracy z zespołem niemieckim skoncentrowano się na zbadaniu odrębności sumowania przestrzennego od innych paradygmatów wykorzystywanych do oceny modulacji bólu u osób zdrowych i pacjentów z bólem przewlekłym. Najczęściej, oprócz sumowania

przestrzennego, ocenia się sumowanie czasowe do określenia stanu procesów facylitacji w układzie nerwowym. W skrócie: ten sam bodziec podawany rytmicznie (najczęściej 11 razy) po czym następuje ocena bólu. Jeżeli ból zwiększy się po podaniu serii bodźców, to można stwierdzić efekt sumowania w czasie. Z kolei do wybiórczej oceny mechanizmów inhibicji zazwyczaj stosowany jest paradygmat warunkowej modulacji bólu CPM (z ang. *conditioned pain modulation*) lub offsetowa analgezja. W warunkowej modulacji bólu najczęściej jeden bodziec wywołujący ból hamuje inny ból wywołany przez przestrzennie i czasowo niezależny bodziec. Z kolei w offsetowej analgezji stosuje się manipulację intensywnością bodźca w czasie. Jak wspomniano wcześniej, efekt ten polega na drastycznym spadku odczuwanego bólu przy minimalnej redukcji podawanej temperatury⁴⁶. Wyniki badania wskazały na brak związku pomiędzy wymienionymi paradygmatami badawczymi. Sumowanie przestrzenne bólu nie wykazywało korelacji z CPM, sumowaniem czasowym, jak i offsetową analgezją (iv). W innym badaniu habilitanta wskazano modulacyjny wpływ sumowania przestrzennego na offsetową analgezję, tzn. zwiększenie stymulowanej powierzchni powodowało większy efekt offsetowej analgezji, co może świadczyć o konieczności optymalizacji sumowania do wywołania offsetowej analgezji (iii). Co więcej offsetowa analgezja (a właściwie jej zaburzenie) wydaje się być somatotopowo zawężone do obszaru ciała, który stanowi ognisko nocyciepcji, tj. obszar unerwiany przez nerw trójdzielny u osób z migrenowymi bólami głowy (ii).

5.2.2. Offsetowa analgezja

- i. **Adamczyk, W. M.**, Szikszay, T. M., Nahman-Averbuch, H., Skalski, J., Nastaj, J., Gouverneur, P. i Luedtke, K. (2022). To calibrate or not to calibrate? A methodological dilemma in experimental pain research. *The Journal of Pain*, 23(11), 1823–1832.
- ii. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Pankus, J., Heimes, L., David, C., Gouverneur, P. i Luedtke, K. (2023). Psychological mechanisms of offset analgesia: The effect of expectancy manipulation. *PLoS One*, 18(1), e0280579.
- iii. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Carvalho, G. F., May, A. i Luedtke, K. (2020). Offset analgesia: somatotopic endogenous pain modulation in migraine. *Pain*, 161(3), 557–564.
- iv. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.** i Luedtke, K. (2019). The magnitude of offset analgesia as a measure of endogenous pain modulation in healthy participants and patients with chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *The Clinical Journal of Pain*, 35(2), 189–204.
- v. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Wojtyła, E. i Luedtke, K. (2020). Pain inhibition is not affected by exercise-induced pain. *Pain Reports*, 5(2), e817.
- vi. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Hoegner, A., Woermann, N. i Luedtke, K. (2021). The effect of acute-experimental pain models on offset analgesia. *European Journal of Pain*, 25(5), 1150–1161.
- vii. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Lévénéz, J. L. M., Gouverneur, P. i Luedtke, K. (2022). Temporal properties of pain contrast enhancement using repetitive stimulation. *European Journal of Pain*, 26(7), 1437–1447.
- viii. Luebke, L., von Selle, J., **Adamczyk, W. M.**, Knorr, M. J., Carvalho, G. F., Gouverneur, P., Luedtke, K. i Szikszay, T. M. (2024). Differential effects of thermal stimuli in eliciting temporal contrast enhancement: A psychophysical study. *The Journal of Pain*, 25(1), 228–237.
- ix. Szikszay, T. M., Lévénéz, J. L. M., **Adamczyk, W. M.**, Carvalho, G. F. i Luedtke, K. (2022). Offset analgesia is increased intra-orally. *Journal of Oral Rehabilitation*, 49(10), 993–1001.
- x. Szikszay, T. M., Melz, N., von Glasenapp, B., **Adamczyk, W. M.** i Luedtke, K. (2022). Effects of stimulation area and temperature rates on offset analgesia. *Pain Reports*, 7(6), e1043.
- xi. Szikszay, T. M., Lévénéz, J. L. M., von Selle, J., **Adamczyk, W. M.** i Luedtke, K. (2021). Investigation of correlations between pain modulation paradigms. *Pain Medicine*, 22(9), 2028–2036.

Ból nie jest odczuciem stabilnym. Zwłaszcza jeśli chodzi o jego zmiany w czasie, które cechuje znaczna dynamika. Na przykład podawanie wysokiej temperatury przez 30 sekund za pomocą termody może prowadzić do stopniowej adaptacji lub sensytyzacji, chociaż dłuższy czas ekspozycji może nawet odwrócić początkowy trend w przyroście bólu³⁶. Nie bez znaczenia jest wysokość samej temperatury: badania z wykorzystaniem wyższych temperatur (>48°C) raczej prowadzą do sensytyzacji, a te z niższego zakresu (choć drażniące) mogą wywoływać adaptację objawiającą się spadkiem odczuwania bólu⁴⁷. Adaptacja i sensytyzacja to zjawiska bardzo dobrze udokumentowane

naukowo, jednak cechują się relatywnie niską dynamiką w porównaniu do innych psychofizycznych efektów. W odróżnieniu od reakcji na krótkotrwały bodziec termiczny, offsetowa analgeza to efekt, w którym niewielka zmiana (zmniejszenie) nasilenia bodźca w czasie prowadzi do nieproporcjonalnego spadku odczuwania bólu. W paradygmacie tym najczęściej stosuje się indywidualnie dobrany lub wystandaryzowany bodziec termiczny, np. 46°C (**i, xi**), który wywołuje ból (najczęściej ~50/100). Bodziec ten podawany jest przez 5 sekund (faza T1), następnie bodziec jest zwiększany o 1°C (do 47°C) przez 5 sekund (faza T2) i następnie temperatura obniżana jest do 46°C przez kolejne 20 sekund (faza T3). Z powyższego opisu wynika więc, że temperatura w fazie T1 = T3, temperatura T2 > T1 i T3. W trakcie podawania bodźca o tak zmiennych parametrach w czasie, osoba badana jest proszona, by w sposób ciągły oceniać ból za pomocą elektronicznej skali VAS.

Gdy temperatura obniżana jest z fazy T2 do T3, ból spada radykalnie i odbiega od bólu, który jest raportowany przy tej samej temperaturze, lecz w fazie T1. Zdarza się, że ból jest całkowicie wyeliminowany, chociaż wspomniany „offset” jest zjawiskiem krótkotrwałym. Prowadzone przez habilitanta badania wraz z zespołem niemieckim umożliwiły wgląd w mechanizmy tego efektu, zarówno obwodowe (**viii-x**), jak i centralne (**ii, vii**). Co więcej, badania wykazały, że mechanizm offsetowej analgezji jest zaburzony u pacjentów z bólem przewlekłym (**iv**) oraz u osób z migrenowymi bólami głowy (**iii**), lecz nie u pacjentów z bólem ostrym (**v-vi**). Zaburzenie to nie jest globalne, a raczej umiejscawia się tylko tam, gdzie znajduje się ognisko nocyciepcji (**iii**).

5.2.3. Mechanizmy uczenia się bólu w kontekście badań nad efektami nocebo i placebo

- i. **Adamczyk, W. M.**, Wiercioch-Kuzianik, K., Bajcar, E. A. i Bąbel, P. (2019). Rewarded placebo analgesia: A new mechanism of placebo effects based on operant conditioning. *European Journal of Pain*, 23(5), 923–935.
- ii. **Adamczyk, W. M.**, Buglewicz, E., Szikszay, T. M., Luedtke, K. i Bąbel, P. (2019). Reward for pain: Hyperalgesia and allodynia induced by operant conditioning: Systematic review and meta-analysis. *The Journal of Pain*, 20(8), 861–875.
- iii. **Adamczyk, W. M.**, Luedtke, K., Buglewicz, E. i Bąbel, P. (2018). Pain rewarded: hyperalgesic and allodynic effect of operant conditioning in healthy humans-protocol for a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 7(1), 93.
- iv. Babel, P., **Adamczyk, W.M.**, Swider, K., Bajcar, E. A., Kicman, P. i Lisinska, N. (2018). How classical conditioning shapes placebo analgesia: Hidden versus open conditioning. *Pain Medicine*, 19(6), 1156–1169.
- v. Bajcar, E. A., **Adamczyk, W. M.**, Wiercioch-Kuzianik, K. i Bąbel, P. (2020). Nocebo hyperalgesia can be induced by classical conditioning without involvement of expectancy. *PloS One*, 15(5), e0232108.
- vi. Bąbel, P., Bajcar, E. A., **Adamczyk, W. M.**, Kicman, P., Lisińska, N., Świder, K. i Colloca, L. (2017). Classical conditioning without verbal suggestions elicits placebo analgesia and nocebo hyperalgesia. *PloS One*, 12(7), e0181856.
- vii. Buglewicz-Przewoźnik, E., **Adamczyk, W. M.** i Bąbel, P. (2022). Is pain contagious? Innocuous stimulation can be transformed into the pain experience by observational learning. *The Journal of Pain*, 23(12), 2135–2143.
- viii. Bajcar, E. A., Wiercioch-Kuzianik, K., **Adamczyk, W. M.** i Bąbel, P. (2020). To experience or to be informed? Classical conditioning induces nocebo hyperalgesia even when placebo analgesia is verbally suggested - results of a preliminary study. *Pain Medicine*, 21(3), 548–560.
- ix. Bajcar, E. A., Wiercioch-Kuzianik, K., Farley, D., **Adamczyk, W. M.**, Buglewicz, E. i Bąbel, P. (2020). One of us or one of them? The effects of the model’s and observer’s characteristics on placebo analgesia induced by observational learning. *PloS One*, 15(12), e0243996.
- x. Meeuwis, S. H., Wasylewski, M. T., Bajcar, E. A., Bieniek, H., **Adamczyk, W. M.**, Honcharova, S., Di Nardo, M., Mazzoni, G. i Bąbel, P. (2023). Learning pain from others: a systematic review and meta-analysis of studies on placebo hypoalgesia and nocebo hyperalgesia induced by observational learning. *Pain*, 164(11), 2383–2396.

Niniejszy obszar badawczy jest wynikiem wieloletniej współpracy z Uniwersytetem Jagiellońskim, którą habilitant podjął jeszcze w trakcie studiów doktoranckich. Współpraca ta trwa do dziś i zaowocowała dwiema zbieżnymi

liniami badań, tj. nad mechanizmami uczenia się efektów placebo oraz nocebo. Historia badań mechanizmów działania efektów placebo oraz nocebo sięga jeszcze słynnych obserwacji Beechera⁴⁸, który to po wyczerpaniu zapasów morfiny zastępował ją solą fizjologiczną i obserwował analgetyczne efekty u rannych żołnierzy. Choć do pełnego potwierdzenia istotnej roli jednego z mechanizmów uczenia się, tj. warunkowania klasycznego w wywołaniu efektu placebo, potrzeba było dziesiątek lat⁴⁹, to obecnie nie kwestionuje się tego, że warunkowanie klasyczne odgrywa kluczową rolę w genezie efektów placebo oraz nocebo⁵⁰. W badaniach, które prowadził habilitant podjęto próbę udzielenia odpowiedzi na ile oba efekty, tj. placebo analgezja (**vi**) oraz nocebo hiperalgezja (**v**), mogą być wyzwalane jako czysto wyuczone, automatyczne reakcje organizmu. Literatura bowiem po dzień dzisiejszy podaje, że efekty te mogą być wyzwolone bez udziału świadomych procesów poznawczych, takich jak oczekiwania. Oczekiwania mogą być wzbudzone (lub wytworzone) na różne sposoby, lecz w kontekście badań nad efektami placebo i nocebo najczęściej związane są z przewidywanym skutkiem zadziałania danej interwencji, np. pacjent otrzymujący iniekcję placebo pod pozorem prawdziwego leku przeciwbólowego może oczekiwać redukcji bólu po takiej interwencji. Najczęściej pacjenci spodziewają się właśnie poprawy swojego stanu chorobowego i można założyć, że to właśnie oczekiwania są głównym psychologicznym mechanizmem, dzięki któremu dochodzi do zakładanej zmiany np. w nasileniu bólu. W badaniach prowadzonych przez habilitanta podjęto próbę izolacji warunkowania klasycznego jako mechanizmu odmiennego od oczekiwań w genezie efektów placebo oraz nocebo.

By uzyskać tak wyizolowany efekt, badania muszą spełniać najwyższy standard naukowego rygoru, zostały więc prowadzone na zdrowych ochotnikach z wykorzystaniem tzw. paradygmatu kolorowych świateł. W paradygmacie tym bodźce warunkowe nie mają bezpośredniego związku z klinicznym kontekstem, jak to ma miejsce w przypadku badań, w których wykorzystuje się np. tabletki lub kremy placebo. Ma to ogromne znaczenie dla wyeliminowania wcześniejszych doświadczeń osób badanych związanych z tego typu podajnikami substancji aktywnych farmakologicznie, z którymi mieli kontakt w przeszłości. W paradygmacie „kolorowych świateł” uczestnicy „uczyli się” zależności między bólem a wyświetlanym kolorem. Na przykład kolor pomarańczowy był parowany z bólem o mniejszej sile, a kolor niebieski z bólem o większym nasileniu. W fazie testowej bodźce o stałym nasileniu były podawane niezależnie od koloru, a obserwacji podlegały oceny bólu uczestników. Mimo stałości nasilenia podawanych bodźców, oceny bólu uczestników wciąż różniły się w zależności od wyświetlanego koloru w danej próbie.

Badania wykazały, że efekty zarówno placebo (**vi**), jak i nocebo (**v**) mogą działać z (**iv**), jak i bez (**v-vi**) udziału oczekiwań. Jednak nie tylko warunkowanie klasyczne, lecz także pozostałe mechanizmy uczenia się były przedmiotem badań, w których uczestniczył habilitant. Wykazano, że warunkowanie sprawcze (instrumentalne) może również być odpowiedzialne za formowanie się efektu placebo, gdy wykorzystywany jest paradygmat kolorowych świateł (**i**) lub gdy modulacji sprawczej podlega „czyste” zachowanie polegające na ekspresji bólu (**ii-iii**). Co ciekawe, efekt placebo, jak i nocebo mogą zostać wywołane także za pomocą uczenia się przez obserwację (**vii**). W badaniu Bajcar i wsp. (**ix**) osoby badane obserwowały zróżnicowany sposób oceny bólu modelu (przedstawionego osobom badanym jako innego uczestnika badania), co przekładało się na ich późniejsze oceny bólu, przy czym to jak model został wcześniej przedstawiony osobom badanym nie wpływało na „wyuczony” efekt.

Co ciekawe, przytoczony paradygmat „kolorowych świateł” w kontekście uczenia się przez obserwację nie jest konieczny, by wywołać efekt nocebo. W badaniu Buglewicz-Przewoźnik i wsp. (**vii**) osoby badane otrzymywały bodźce podprogowe po obserwacji modelu, który „udawał”, że czuje ból, podając oceny bólu większe od zera, chociaż w rzeczywistości nie otrzymywał on żadnych bodźców oraz „kolorów”, które mogłyby zapowiadać doświadczenie bólu o niskim lub wysokim nasileniu. Po obserwacji modelu, osoby badane zgłaszały ból po otrzymaniu bodźców, które nie były drażniące. Efekt ten zaobserwowano w każdej konfiguracji, tj. zarówno wtedy, gdy obserwacja odbywała się równocześnie z fazą otrzymywania bodźców elektrycznych (obserwacja w czasie rzeczywistym), jak również wtedy, gdy obserwacja była wyraźnie oddzielona w czasie od fazy testowej. Powyższe badania habilitanta stanowią istotny wkład w dziedzinę badań nad mechanizmami bólu, którego podłoże może być psychologiczne.

5.2.4. Pamięć bólu

- i. **Adamczyk, W. M.**, Farley, D., Wiercioch-Kuzianik, K., Bajcar, E. A., Buglewicz, E., Nastaj, J., Gruszka, A. i Bąbel, P. (2019). Memory of pain in adults: a protocol for systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 8(1), 201.

- ii. Bąbel, P., Bajcar, E. A., Śmieja, M., **Adamczyk, W.M.**, Świder, K., Kicman, P. i Lisińska, N. (2018). Pain begets pain. When marathon runners are not in pain anymore, they underestimate their memory of marathon pain - A mediation analysis. *European Journal of Pain*, 22(4), 800–809.
- iii. Cuenca-Martínez, F., Herranz-Gómez, A., Varangot-Reille, C., Bajcar, E. A., **Adamczyk, W. M.**, Suso-Martí, L. i Bąbel, P. (2024). Pain memory in children: a systematic review and meta-analysis with a meta-regression. *Pain*, 165(7), 1450–1463.

Ból jest doświadczeniem indywidualnym. Jego ocena jest subiektywna i najczęściej przebiega z wykorzystaniem różnych skali, jak np. skala VAS³⁹ lub skala NRS⁵¹. W obu przypadkach osoba zbierająca dane od pacjenta lub od ochotnika badań otrzymuje wartość liczbową, która może reprezentować nasilenie bólu (wymiar sensoryczny bólu) lub nieprzyjemność bólu (wymiar afektywny)⁵². W obu przypadkach oceny bólu mogą być rozpięte między „0” a np. „10” lub „100” – w zależności od konwencji. Wielokrotnie pomiar bólu odbywa się poprzez odniesienie się do przeszłych doświadczeń pacjenta lub osoby badanej. Na przykład w narzędziach psychometrycznych wykorzystywanych do diagnostyki bólu pacjent może być proszony o wskazanie bólu w chwili badania, ale także do oszacowania bólu z ostatnich dni lub tygodni. To powoduje, że ocena bólu może być podatna na zniekształcenia pamięciowe o charakterze niedoszacowania lub przeszacowania. Istnieją także dane związane z wymazaniem pamięci o bólu⁵³.

Habilitant uczestniczył w kilku pracach, których celem było podsumowanie literatury badań nad pamięcią bólu u osób dorosłych (**i**) oraz u dzieci (**iii**). Chociaż ten pierwszy projekt jest w toku realizacji i nie można obecnie przytoczyć jego rezultatów, to w przypadku dzieci (**iii**) zaobserwowano zniekształcenia pamięciowe w kierunku jego przeszacowania (SMD = 0.28, dane z 15 eksperymentów). Większe zniekształcenia zaobserwowano w badaniach na dzieciach młodszych (**iii**), w których to wykryto związek z płcią. Większe zniekształcenia dotyczyły także bólu klinicznego aniżeli eksperymentalnego. Co ciekawe, badania prowadzone przez habilitanta na dorosłych osobach uczestniczących w maratonie wykazały, że ból ciała raportowany na mecie maratonu (w chwili ukończenia biegu) jest pamiętany dokładnie, ale tylko wtedy, gdy przywołanie pamięci bólu przeprowadzone jest po tygodniu. Gdy przywołanie pamięci bólu zostało przeprowadzone miesiąc po zdarzeniu wywołującym ból, to zaobserwowano zniekształcenie w kierunku niedoszacowania bólu. Wynik ten może ponownie wskazywać na istotną rolę kontekstu, w tym przypadku pozytywnego (ukończenie biegu), na kierunek zniekształceń pamięciowych. Wyniki te wskazują na podatność procedury oceniania bólu na artefakty związane z nieadekwatną konsolidacją bolesnych zdarzeń, co może – w pewnym stopniu – podważać zastosowanie subiektywnych metod oceny bólu. Istnieje więc pilna potrzeba opracowania obiektywnych metod, które z wysoką czułością i swoistością mogą być wykorzystane do ocen bólu, zwłaszcza wśród osób ze schorzeniami neurologicznymi, u których komunikacja werbalna jest zaburzona.

5.2.5. Obiektywizacja metod oceny bólu u osób zdrowych i pacjentów z przewlekłym bólem

- i. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Lévénéz, J. L. M., Gouverneur, P. i Luedtke, K. (2022). Temporal properties of pain contrast enhancement using repetitive stimulation. *European Journal of Pain*, 26(7), 1437–1447.
- ii. Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Pankus, J., Heimes, L., David, C., Gouverneur, P. i Luedtke, K. (2023). Psychological mechanisms of offset analgesia: The effect of expectancy manipulation. *PLoS One*, 18(1), e0280579.
- iii. Gouverneur, P., Li, F., **Adamczyk, W. M.**, Szikszay, T. M., Luedtke, K. i Grzegorzec, M. (2021). Comparison of feature extraction methods for physiological signals for heat-based pain recognition. *Sensors*, 21(14), 4838.
- iv. Luebke, L., Gouverneur, P., Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Luedtke, K. i Grzegorzec, M. (2023). Objective measurement of subjective pain perception with autonomic body reactions in healthy subjects and chronic back pain patients: An experimental heat pain study. *Sensors*, 23(19), 8231.
- v. Gouverneur, P., Li, F., Shirahama, K., Luebke, L., **Adamczyk, W. M.**, Szikszay, T. M., Luedtke, K. i Grzegorzec, M. (2023). Explainable artificial intelligence (XAI) in pain research: Understanding the role of electrodermal activity for automated pain recognition. *Sensors*, 23(4), 1959.

Integracja danych z czujników fizjologicznych z modelami uczenia maszynowego znacząco posunęła naprzód dziedzinę rozpoznawania bólu, oferując obiecujące alternatywy dla tradycyjnych subiektywnych ocen bólu. Niedawne badania podkreśliły znaczenie łączenia wielu parametrów określających aktywność układu autonomicznego (np. EDA, przewodnictwo skórne, ECG, elektrokardiografia, EMG, elektromiografia etc.) w celu zwiększenia dokładności i wiarygodności oceny intensywności bólu. Wykorzystując różnorodne reakcje fizjologiczne, szczególnie aktywność EDA (**i-ii**), zespół, z którym współpracował habilitant, wykazał, że rozróżnianie między silnym poziomem bólu a brakiem bólu jest możliwe, co wspiera rozwój bardziej precyzyjnych narzędzi do oceny bólu (**iv**). Ponadto rola wyjaśnialnej sztucznej inteligencji (XAI) została podkreślona w kontekście zwiększania przejrzystości i zrozumiałości zautomatyzowanych systemów rozpoznawania bólu. Badania te pokazują, że proste, „ręcznie” opracowywane cechy sygnału mogą osiągać porównywalne wyniki do złożonych modeli głębokiego uczenia, podważając konieczność stosowania kosztownych obliczeniowo modeli w automatycznym rozpoznawaniu bólu. Zastosowanie technik, takich jak rekurencyjna eliminacja cech i gradientowa mapa aktywacji klas, dostarczyło wglądów w najważniejsze cechy dla klasyfikacji bólu, promując wykorzystanie bardziej efektywnych i zrozumiałych modeli (**v**).

Powyższe doniesienia są kluczowe, ponieważ sugerują, że złożone modele niekoniecznie przynoszą lepsze wyniki i że prostsze metody mogą być bardziej praktyczne i skuteczne. Wprowadzenie nowych zbiorów danych, takich jak PainMonit Database (PMDB), dodatkowo wzbogaciło dziedzinę, dostarczając kompleksowych danych do oceny i poprawy systemów rozpoznawania bólu. Te wnioski wspierają łączenie subiektywnych raportów z danymi fizjologicznymi w celu budowy solidnych i wiarygodnych systemów oceny bólu (**iii**). W połączeniu wyniki tych badań przyczyniają się do bardziej zaawansowanego zrozumienia rozpoznawania bólu, wspierając integrację wielu sygnałów fizjologicznych, znaczenie interpretowalności modeli oraz skuteczność prostszych metod ekstrakcji cech w rozwijaniu zaawansowanych technologii oceny bólu (**iii-v**).

5.2.6. Ból w kontekście fizjoterapeutycznym

- i. Jung, A., **Adamczyk, W. M.**, Ahmed, A., van der Schalk, L., Poesl, M., Luedtke, K. i Szikszay, T. M. (2023). No sufficient evidence for an immediate hypoalgesic effect of spinal manual therapy on pressure pain thresholds in asymptomatic and chronic pain populations: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 103(3), pzad003.
- ii. Rutka, M., **Adamczyk, W. M.** i Linek, P. (2021). Effects of physical therapist intervention on pulmonary function in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 101(8), pzab129.
- iii. Biały, M., **Adamczyk, W. M.**, Marczykowski, P., Majchrzak, R. i Gnat, R. (2019). Deformations of abdominal muscles under experimentally induced low back pain. *European Spine Journal*, 28(11), 2444–2451.
- iv. Carvalho, G. F., Schwarz, A., Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Bevilaqua-Grossi, D. i Luedtke, K. (2020). Physical therapy and migraine: musculoskeletal and balance dysfunctions and their relevance for clinical practice. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 24(4), 306–317.
- v. Elizagaray-García, I., Carvalho, G. F., Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.**, Navarro-Fernández, G., Alvarez-Testillano, P., Díaz-de-Terán, J., Luedtke, K. i Gil-Martínez, A. (2022). Psychophysical testing in chronic migraine and chronic tension type headache: An observational study. *Cephalalgia*, 42(7), 618–630.
- vi. Carvalho, G. F., Becnel, A. R., Miske, C., Szikszay, T. M., **Adamczyk, W. M.** i Luedtke, K. (2022). Postural control impairment in patients with headaches-A systematic review and meta-analysis. *Headache*, 62(3), 241–270.

Do ostatniego obszaru zainteresowań badawczych należy zaliczyć badania literatury i charakterystykę zaburzeń motorycznych u pacjentów z przewlekłymi (**ii, iv, v**) i ostrymi (**iii**) dolegliwościami narządu ruchu oraz migrenowymi bólami głowy (**vi**), oraz skuteczność oddziaływań fizjoterapeutycznych w leczeniu bólu i dysfunkcji (**i, ii**). Obszar ten jest najbardziej zróżnicowany, ze względu na główne (inne) kierunki badań habilitanta dotyczące badań podstawowych.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

6.1. Udział w projektach badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki

- i. **Kierownik** w grantie PRELUDIUM 12 pt. *Rola warunkowania klasycznego i sprawczego w genezie subiektywnych i fizjologicznych doznań bólowych*
 - a. Finansowanie przyznane przez Narodowe Centrum Nauki (2016/23/N/HS6/00807)
 - b. Projekt zrealizowany w latach 2017–2022
 - c. Wysokość finansowania 149 914.00 PLN
 - d. Niniejszy grant umożliwił rozpoczęcie linii badań wskazanej w sekcji 5.2.3.
- ii. **Kierownik** w grantie OPUS 19 pt. *Gdzie Cię boli? Przestrzenny wymiar bólu jako reakcja uwarunkowana klasycznie u ludzi*
 - a. Finansowanie przyznane przez Narodowe Centrum Nauki (2020/37/B/HS6/04196)
 - b. Projekt aktualnie realizowany od 2021 roku
 - c. Wysokość finansowania 648 298.00 PLN
 - d. Niniejszy grant umożliwił rozpoczęcie nowej linii badań, której efekty są aktualnie przygotowywane do publikacji
- iii. **Opiekun** w grantie PRELUDIUM 19 pt. *Od bólu do parestezji: generalizacja reakcji efektu nocebo*
 - a. Finansowanie przyznane przez Narodowe Centrum Nauki (2020/37/N/HS6/04210)
 - b. Projekt aktualnie realizowany od 2021 roku
 - c. Wysokość finansowania 208 196.00 PLN
 - d. Niniejszy grant realizowany jest przez mgra Jacka Skalskiego, którego habilitant jest promotorem pomocniczym
- iv. **Wykonawca** w grantie PRELUDIUM 18 pt. *Masz krzywe plecy! Wpływ sugestii werbalnej i bólu eksperymentalnego na obraz ciała*
 - a. Finansowanie przyznane przez Narodowe Centrum Nauki (2019/35/N/HS6/03248)
 - b. Habilitant realizował grant w latach 2020–2021
 - c. Wysokość finansowania 209 639.00 PLN
 - d. Niniejszy grant realizowany jest przez dr Aleksandrę Budzisz
- v. **Pełnomocnik** w grantie MINIATURA 4 pt. *Wpływ sugestii słownej na endogenną modulację bólu mierzoną za pomocą offsetowej analgezji*
 - a. Finansowanie przyznane przez Narodowe Centrum Nauki (2020/04/X/HS6/01927)
 - b. Projekt realizowany w latach 2020–2021
 - c. Wysokość finansowania 19 734.00 PLN
 - d. Niniejszy grant był realizowany przez prof. Kerstin Luedtke
- vi. **Wykonawca** w grantie SONATA BIS 4 pt. *Rola oczekiwań i lęku w genezie analgezji placebo i hiperalgezji nocebo wywołanej przez warunkowanie klasyczne i sugestie słowne*
 - a. Finansowanie przyznane przez Narodowe Centrum Nauki (2014/14/E/HS6/00415)
 - b. Habilitant realizował grant w latach 2015–2018
 - c. Wysokość finansowania 1 169 789.00 PLN
 - d. Niniejszy grant realizowany był przez prof. Przemysława Bąbla

6.2. Prowadzone zajęcia i doświadczenie dydaktyczne zdobyte w kraju i za granicą

- i. Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach
 - a. Przedmiot „Kinezyterapia”. Przed ukończeniem studiów doktoranckich, w ramach zatrudnienia jako asystent, habilitant prowadził zajęcia w formie ćwiczeniowej z wiodącego przedmiotu na kierunku fizjoterapia | 2016–2017
 - b. Przedmiot „Wykład monograficzny”. W trakcie zatrudnienia jako adiunkt, habilitant prowadził zajęcia wykładowe, które miały na celu przygotowanie studentów do pracy naukowej. Na wykładzie monograficznym omawiane były ówczesne kierunki badań habilitanta, tj. zaburzenia sensoryczne u

pacjentów z przewlekłym bólem, przestrzenne aspekty bólu oraz mechanizmy uczenia się bólu | 2020–2021

- c. Prewencja i leczenie urazów. Wykłady w szkole doktorskiej
- d. Seminarium magisterskie (lata 2019–2020 | 2020–2021 | 2021–2022 | 2022–2023 | 2023–2024)
- ii. Uniwersytet Jagielloński
 - a. przedmiot „Psychologia bólu”. Przedmiot prowadzony przez habilitanta początkowo jako wykładowca (lata 2019–2020 | 2020–2021 | 2021–2022), a później jako koordynator przedmiotu (lata 2022–2023). Kurs był ofertą autorską Instytutu Psychologii i obejmował swymi treściami tematykę opracowaną przez habilitanta (łącznie 5 odrębnych bloków zajęć)
- iii. Uniwersytet w Lubce
 - a. Przedmiot „Schmerztherapie und Palliativbehandlung” (Terapia bólu i opieka paliatywna). Przedmiot prowadzony jako wykładowca (lata 2019–2020 | 2020–2021)
- iv. Uniwersytet Karola w Pradze
 - a. Habilitant prowadził zajęcia dydaktyczne w ramach programu mobilność ERASMUS+ z tematyki własnych badań oraz mechanizmów terapii manualnej (2019)

6.3. Doświadczenie promotorskie w opiece nad studentami oraz doktorantami

Habilitant posiada także rozległe doświadczenie w nadzorze młodej kadry naukowej. Od chwili uzyskania stopnia naukowego doktora wypromował trzech magistrów fizjoterapii, dwóch magistrów psychologii oraz pełnił rolę promotora czterech prac licencjackich. Pełni także rolę mentora w dwóch przewodach doktorskich:

- i. Od 2019 roku habilitant pełni rolę promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgra Jacka Skalskiego (promotor główny: prof. Andrzej Małecki) oraz opiekuna naukowego w projekcie finansowanym przez NCN (PRELUDIUM 19). Przygotowywana rozprawa pt. *Od bólu do parestezji: generalizacja reakcji efektu nocebo*
- ii. Od 2020 roku habilitant pełni rolę mentora w przewodzie doktorskim mgra Jakuba Nastaja (promotor główny: prof. Kerstin Luedtke). Przygotowywana rozprawa pt. *Przestrzenne aspekty nocycypcji – od przestrzennego sumowania bólu do hamowania obocznego.*
- iii. W 2022 roku promocja pracy magisterskiej (Michała Katra) pt. *Wpływ podzielonej i celowanej uwagi na wielkość przestrzennego sumowania bólu: Badanie eksperymentalne*
- iv. W 2021 roku promocja pracy magisterskiej (Sylwia Swoboda) pt. *Nasilenie bólu i parestezji pod wpływem bodźców uciskowych*
- v. W 2020 roku promocja pracy magisterskiej (Paweł Justyniak) pt. *Wpływ skórnio aplikowanej kapsaicyny na ostrość dotyku*
- vi. W 2020 roku pomoc w przygotowaniu pracy magisterskiej (Ewa Buglewicz) pt. *Czy ból może być zaraźliwy? Wpływ uczenia się przez obserwację na powstawanie doznań bólowych.* Oprócz pomocy w przygotowaniu pracy magisterskiej, habilitant prowadził bezpośredni nadzór nad magistrantką, gdyż pełniła funkcję wykonawcy w projekcie PRELUDIUM 12, którego habilitant był kierownikiem.
- vii. W 2021 roku promocja pracy licencjackiej (Lotte Heims) pt. *Objective quantification of offset analgesia using electrodermal activity in healthy subjects*
- viii. W 2021 roku promocja pracy licencjackiej (Timo Nickel) pt. *Area-based spatial summation of pain using a new dynamic paradigm*
- ix. W 2020 roku promocja pracy licencjackiej (Linn Manthey) pt. *Reliability of area-based and distance-based spatial summation of pain using electrocutaneous stimulation*
- x. W 2020 roku promocja pracy licencjackiej (Christin Domeier) pt. *The effect of stimulus intensity on the magnitude of distance-based and area-based spatial summation of pain using electrocutaneous stimuli*
- i. W 2021 roku promocja pracy magisterskiej (Ann-Kathrin Witt) pt. *Learning pain through pain: Classical conditioning with electrocutaneous pain*
- ii. W 2021 roku promocja pracy magisterskiej (Lisa Schneider) pt. *When pain might ring a bell: A pilot study on classical conditioning of spatial pain size*
- iii. W 2021 roku nadzór stażem Caitlyn McGlashan (program DAAD RISE) i realizacja przeglądu systematycznego: *RESPACE: A review of studies on the spatial summation of pain*

6.4. Członkostwo w stowarzyszeniach i redakcjach

Habilitant jest aktywnym członkiem w następujących stowarzyszeniach i gremiach:

- i. Członek Międzynarodowego Towarzystwa Badań nad Bólem IASP (2018–2024)
- ii. Członek Stowarzyszenia Badań nad Placebo „SIPS” (2017–2023)
- iii. Członek Polskiego Towarzystwa Badania Bólu PTBB (2018–2024)
- iv. Członek Polskiego Towarzystwa Badań Układu Nerwowego, a zarazem Federation of European Neuroscience Societies (FENS)
- v. Członek komitetu naukowego polskiego czasopisma „Ból”

6.5. Aktywność recenzencka

Habilitant łącznie zrecenzował ponad **51** nadesłanych pierwotnie lub po recenzjach prac naukowych. Dokumentacja wybranych tekstów znajdujących się w bazie **Web of Science** została zawarta w załączniku nr 6. Do czasopism, dla których habilitant pełnił rolę recenzenta należy zaliczyć:

- i. „PAIN”
- ii. „Pain Reports”
- iii. „Experimental Brain Research”
- iv. „Journal of Pain Research”
- v. „The Journal of Pain”
- vi. „Musculoskeletal Science and Practice”
- vii. „Frontiers in Pain Research”
- viii. „Perceptual and Motor Skills”
- ix. „Attention, Perception & Psychophysics”
- x. „Neuroscience Letters”
- xi. „Journal of Visualized Experiments”
- xii. „PeerJ”
- xiii. „PloS One”
- xiv. „Systematic Reviews”
- xv. „Psychological Reports”
- xvi. „Physiotherapy Theory & Practice”
- xvii. „Pain Medicine”
- xviii. „Clinical Journal of Pain”
- xix. „Pain Practice”
- xx. „British Medical Journal”

6.6. Prezentacje o charakterze naukowym

Habilitant łącznie prezentował lub był współautorem ponad 37 prezentacji naukowych (plakatowych lub wykładowych) w tym w 20 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora i 17 przed jego uzyskaniem. Wykaz najważniejszych wystąpień konferencyjnych został przedstawiony w załączniku nr 4.

6.7. Osiągnięcia organizacyjne

W ramach działalności organizacyjnej habilitant pełni funkcję opiekuna Studenckiego Koła Naukowego „PainLab”, które aktywnie działa od 2019 roku. Aktualnie Koło liczy 10 członków (Jacek Skalski, Jakub Nastaj, Daria Nowak, Edyta Zbroja, Marta Jakubińska, Natalia Kruszyna, Jakub Maresz, Kinga Białończyk, Weronika Kowalska, Michał Kutra) i aktywnie realizuje prace badawcze. Do największych osiągnięć Koła należy zaliczyć:

- i. Uzyskanie przez mgra Jakuba Nastaja wyróżnienia na konferencji *International Medical Congress of Silesia* (Katowice, Polska)

- ii. Opublikowanie wraz ze studentami i członkami SKN łącznie trzech publikacji: (Adamczyk i wsp.⁵⁴, Skalski i wsp.⁵⁵, Nastaj i wsp.¹⁵)
- iii. Uzyskanie wyróżnienia (Michał Kutra) w konkursie na najlepszą pracę magisterską ogłoszonym przez Krajową Izbę Fizjoterapeutów (KIF)
- iv. Zdobycie II (Edyta Zbroja) i III (Daria Nowak) miejsca na konferencji Studenckich Kół Naukowych w Brennej (kwiecień, 2022)

Oprócz działalności w ruchu naukowym, habilitant od 2019 roku kieruje Laboratorium Badania Bólu, gdzie aktywnie odpowiada za wprowadzenie dobrych praktyk badawczych oraz prowadzi nadzór nad prowadzeniem badań zgodnie z wytycznymi Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (ISO). Laboratorium doczekało się już dwukrotnej akredytacji jako laboratorium prowadzące pn. *badania eksperymentalne bólu i fizjologicznych reakcji na bodźce awersyjne u ludzi*. W 2020 roku powołana została niezależna grupa „o_painScience”, której spotkania odbywają się online (aktualnie ad hoc), gdzie omawiane są artykuły naukowe dotyczące bólu oraz zasady praktyki tzw. „Otwartej Nauki”.

6.8. Osiągnięcia popularyzatorskie

Habilitant aktywnie uczestniczy w działaniach popularyzujących nauki o bólu. Do najważniejszych należy zaliczyć:

- i. Przygotowanie popularyzatorskich artykułów
 - a. Post na blogu IASP na temat zaburzeń sensorycznych powodowanych przez ból | [link](#)
 - b. Post na blogu IASP na temat badań prowadzonych w ramach doktoratu | [link](#)
 - c. Tekst *Dlaczego boli?* opublikowany na łamach „Gazety Wyborczej”. W tekście habilitant porusza wyniki badań własnych nad przestrzennymi aspektami bólu | [link](#)
 - d. Artykuł w polskim czasopiśmie „Ból” na temat rozproszonego systemu nocycypleji człowieka | [link](#)
- ii. Wykłady popularyzatorskie
 - a. 3. Śląski Festiwal Nauki w Katowicach (styczeń, 2019). Wykład pt. *Samolubny ból* | [link](#)
 - b. 4. Śląski Festiwal Nauki w Katowicach (styczeń, 2020). Wykład pt. *Placebo: Jak zmniejszyć ból za pomocą niczego?* | [link](#)
 - c. 7. Śląski Festiwal Nauki w Katowicach (grudzień, 2023). Stanowisko pokazowe pt. *Dlaczego (nie) boli? Psychofizjologiczne podłoże odczuwania bólu* | [link](#)
- iii. Promocja badań i nauki w mediach
 - a. Artykuł w „news-medica.net” na temat wyników badania opublikowanego w *Plos One* | [link](#)
 - b. Artykuł w serwisie „Nauka w Polsce” na temat badania opublikowanego w czasopiśmie „The Journal of Pain” | [link](#)
 - c. Artykuł w serwisie „Nauka w Polsce” na temat wyników badania opublikowanego w czasopiśmie „PAIN” | [link](#)
 - d. Artykuł w serwisie „Nauka w Polsce” na temat wyników badania prowadzonych w ramach rozprawy doktorskiej habilitanta | [link](#)

7. Dodatkowe osiągnięcia habilitanta

7.1. Nagrody i wyróżnienia habilitanta z wyłączeniem uzyskanych grantów i staży

- i. Nagrody przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora
 - a. 2014 r. – Stypendium Ministra przyznawane dla studentów za wybitne osiągnięcia
 - b. 2017 r. – Stypendium Ministra przyznawane dla doktorantów za wybitne osiągnięcia
 - c. 2019 r. – Śląska Nagroda Naukowa przyznawana osobom, które w znaczący sposób przyczyniają się do rozwoju nauki i prezentują wybitne osiągnięcia artystyczne
- ii. Nagrody po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (po 17.09.2019)
 - a. Nagroda naukowa otrzymana od Polskiej Akademii Nauk, Komitetu Naukowego Rehabilitacji i Nauk Społecznych. Nagroda została przyznana za badania nad mechanizmami bólu, oparte na publikacji w czasopiśmie „PAIN” zatytułowanej *Tactile acuity (dys)function in acute experimental low back pain: double-blind experiment*.

- b. 2020 r. – Stypendium „START” dla młodych naukowców – pracowników lub doktorantów prowadzących badania w Polsce lub innej polskiej instytucji, której statutowe cele obejmują prowadzenie badań naukowych
- c. 2021 r. – Stypendium dla wybitnych młodych naukowców przyznane przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego

7.2. Doświadczenie kliniczne habilitanta

- i. Fizjoterapeuta w Centrum Rehabilitacji *Magdalena Bułanowska* w Sosnowcu | 2012–2017
- ii. Fizjoterapeuta w *Szpitalu św. Łukasza* w Bielsku-Białej | 2014–2015
- iii. Aktywny zawodowo fizjoterapeuta (od 2018 roku legitymujący się prawem wykonywania zawodu o numerze A020548 zgodnie z rejestrem Krajowej Izby Fizjoterapeutów)

8. Literatura cytowana w autoreferacie

1. Hetherington R. The Snellen chart as a test of visual acuity. *Psychologische Forschung*. Germany: Springer; 1954;24:349–357.
2. Adamczyk WM, Luedtke K, Szikszay TM. Two-point discrimination and the low back pain: Not as unreliable as it seems, but what about standardised procedures? *Musculoskeletal Sci Pract*. 2018;35:e110–e111. PMID: 29606530
3. Catley MJ, O’Connell NE, Berryman C, Ayhan FF, Moseley GL. Is tactile acuity altered in people with chronic pain? a systematic review and meta-analysis. *J Pain*. 2014 Oct;15(10):985–1000. PMID: 24983492
4. Schlereth T, Magerl W, Treede R. Spatial discrimination thresholds for pain and touch in human hairy skin. *Pain*. 2001 May;92(1–2):187–194. PMID: 11323139
5. Mancini F, Bauleo A, Cole J, Lui F, Porro CA, Haggard P, Iannetti GD. Whole-body mapping of spatial acuity for pain and touch. *Annals of Neurology*. 2014;75(6):917–924.
6. Mørch CD, Andersen OK, Quevedo AS, Arendt-Nielsen L, Coghill RC. Exteroceptive aspects of nociception: insights from graphesthesia and two-point discrimination. *Pain*. 2010 Oct;151(1):45–52. PMID: PMC3069555
7. Jun JH, Park JR, Kim SP, Min Bae Y, Park JY, Kim HS, Choi S, Jung SJ, Hwa Park S, Yeom DI, Jung GI, Kim JS, Chung SC. Laser-induced thermoelastic effects can evoke tactile sensations. *Sci Rep*. Nature Publishing Group; 2015 Jun 5;5(1):11016.
8. Treede RD, Meyer RA, Raja SN, Campbell JN. Evidence for two different heat transduction mechanisms in nociceptive primary afferents innervating monkey skin. *J Physiol*. 1995 Mar 15;483 (Pt 3)(Pt 3):747–758. PMID: PMC1157815
9. Hardy JD, Opiel TW. Studies in temperature sensation. III. The sensitivity of the body to heat and the spatial summation of the end organ responses. *J Clin Invest*. 1937 Jul;16(4):533–540. PMID: PMC424892
10. Defrin R, Urca G. Spatial summation of heat pain: a reassessment. *Pain*. 1996 Jul;66(1):23–29. PMID: 8857628
11. Defrin R, Ronat A, Ravid A, Peretz C. Spatial summation of pressure pain: effect of body region. *Pain*. 2003 Dec;106(3):471–480. PMID: 14659531
12. Price DD, McHaffie JG, Larson MA. Spatial summation of heat-induced pain: influence of stimulus area and spatial separation of stimuli on perceived pain sensation intensity and unpleasantness. *J Neurophysiol*. 1989 Dec;62(6):1270–1279. PMID: 2600624
13. Westcott TB, Huesz L, Boswell D, Herold P. Several variables of importance in the use of the cold pressor as a noxious stimulus in behavioral research. *Percept Mot Skills*. 1977 Apr;44(2):401–402. PMID: 866041
14. Quevedo AS, Coghill RC. Filling-in, spatial summation, and radiation of pain: evidence for a neural population code in the nociceptive system. *J Neurophysiol*. 2009 Dec;102(6):3544–3553. PMID: PMC2804406
15. Nastaj J, Skalski J, Budzisz A, Szikszay TM, Swoboda S, Kowalska W, Nowak D, Zbroja E, Kruszyna N, Jakubińska M, Grygny D, Polczyk R, Małecki A, Luedtke K, Adamczyk WM. Spatial summation of pain is associated with pain expectations: Results from a home-based paradigm. *PLoS One*. 2024;19(2):e0297067. PMID: PMC10833545
16. Nie H, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Spatial and temporal summation of pain evoked by mechanical pressure stimulation. *Eur J Pain*. 2009 Jul;13(6):592–599. PMID: 18926745
17. Graven-Nielsen T, Wodehouse T, Langford RM, Arendt-Nielsen L, Kidd BL. Normalization of widespread hyperesthesia and facilitated spatial summation of deep-tissue pain in knee osteoarthritis patients after knee replacement. *Arthritis Rheum*. 2012 Sep;64(9):2907–2916. PMID: 22421811
18. Svensson P, Bjerring P, Arendt-Nielsen L, Kaaber S. Variability of argon laser-induced sensory and pain thresholds on human oral mucosa and skin. *Anesth Prog*. 1991 Jun;38(3):79–83. PMID: PMC2161972
19. Holbert MD, Pedler A, Camfermann D, Harvie DS. Comparison of spatial summation properties at different body sites. *Scand J Pain*. 2017;17:126–131. PMID: 28850365
20. Marchand S, Arsenault P. Spatial summation for pain perception: interaction of inhibitory and excitatory mechanisms. *Pain*. 2002 Feb;95(3):201–206. PMID: 11839419
21. Smith A, Pedler A. Conditioned pain modulation is affected by occlusion cuff conditioning stimulus intensity, but not duration. *Eur J Pain*. 2018;22(1):94–102. PMID: 28805288
22. Reid E, Harvie D, Miegel R, Spence C, Moseley GL. Spatial summation of pain in humans investigated using transcutaneous electrical stimulation. *J Pain*. 2015 Jan;16(1):11–18. PMID: 25463249
23. Granovsky Y, Raz N, Defrin R. Electrophysiological and psychophysical correlates of spatial summation to noxious heat: the possible role of A-delta fibers. *Exp Brain Res*. 2017;235(2):639–646. PMID: 27847986
24. Bouhassira D, Gall O, Chitour D, Le Bars D. Dorsal horn convergent neurones: negative feedback triggered by spatial summation of nociceptive afferents. *Pain*. 1995 Aug;62(2):195–200. PMID: 8545145
25. Gall O, Villanueva L, Bouhassira D, Le Bars D. Spatial encoding properties of subnucleus reticularis dorsalis neurons in the rat medulla. *Brain Res*. 2000 Aug 4;873(1):131–134. PMID: 10915819
26. Nielsen J, Arendt-Nielsen L. Spatial summation of heat induced pain within and between dermatomes. *Somatosens Mot Res*. 1997;14(2):119–125. PMID: 9399413
27. Apkarian AV, Gelnar PA, Krauss BR, Szeverenyi NM. Cortical Responses to Thermal Pain Depend on Stimulus Size: A Functional MRI Study. *Journal of Neurophysiology*. American Physiological Society; 2000 May 1;83(5):3113–3122.
28. Quevedo AS, Coghill RC. Attentional modulation of spatial integration of pain: evidence for dynamic spatial tuning. *J Neurosci*. 2007 Oct 24;27(43):11635–11640. PMID: PMC6673211
29. Defrin R, Tsedek I, Lugasi I, Moriles I, Urca G. The interactions between spatial summation and DNIC: effect of the distance between two painful stimuli and attentional factors on pain perception. *Pain*. 2010 Nov;151(2):489–495. PMID: 20822850
30. Douglass DK, Carstens E, Watkins LR. Spatial summation in human thermal pain perception: comparison within and between dermatomes. *Pain*. 1992 Aug;50(2):197–202. PMID: 1408316

31. Hayes RL, Dubner R, Hoffman DS. Neuronal activity in medullary dorsal horn of awake monkeys trained in a thermal discrimination task. II. Behavioral modulation of responses to thermal and mechanical stimuli. *J Neurophysiol.* 1981 Sep;46(3):428–443. PMID: 7299427
32. Troxler, D. (I.P.V.). Über das Verschwinden gegebener Gegenstände innerhalb unseres Gesichtskreises [On the disappearance of given objects from our visual field]. *Ophthalmologische Bibliothek.* 1804;2(2):1–53.
33. Quevedo AS, Mørch CD, Andersen OK, Coghill RC. Lateral inhibition during nociceptive processing. *Pain.* 2017;158(6):1046–1052. PMID: PMC5435538
34. Békésy GV. Lateral inhibition of heat sensations on the skin. *Journal of Applied Physiology.* American Physiological Society; 1962 Nov 1;17(6):1003–1008.
35. Grouper H, Eisenberg E, Pud D. The relationship between sensitivity to pain and conditioned pain modulation in healthy people. *Neuroscience Letters.* 2019 Aug 24;708:134333.
36. Weissman-Fogel I, Dror A, Defrin R. Temporal and spatial aspects of experimental tonic pain: Understanding pain adaptation and intensification. *Eur J Pain.* 2015 Mar;19(3):408–418. PMID: 25045086
37. Jensen KB, Kirsch I, Odum S, Kaptchuk TJ, Ingvar M. Classical conditioning of analgesic and hyperalgesic pain responses without conscious awareness. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2015 Jun 23;112(25):7863–7867. PMID: PMC4485119
38. Nickel MM, May ES, Tiemann L, Schmidt P, Postorino M, Ta Dinh S, Gross J, Ploner M. Brain oscillations differentially encode noxious stimulus intensity and pain intensity. *Neuroimage.* 2017 01;148:141–147. PMID: PMC5349759
39. Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain.* 1983 Sep;17(1):45–56. PMID: 6226917
40. Coghill RC. In memoriam Donald D. Price: 1942 to 2016. *PAIN.* 2017 Jul;158(7):1181.
41. Luedtke K, Adamczyk WM. Tactile acuity in the neck: calling for more basic science research. *Musculoskelet Sci Pract.* 2017;32:127–128. PMID: 28821384
42. Luedtke K, Szikszay T, Adamczyk W, May A. Comment on Castien et al. (2018) pressure pain thresholds over the cranio-cervical region in headache - a systematic review and meta-analysis. *J Headache Pain.* 2018 13;19(1):30. PMID: PMC5899078
43. Adamczyk WM, Buglewicz E, Szikszay TM, Luedtke K, Bąbel P. Reward for pain: hyperalgesia and allodynia induced by operant conditioning: Systematic review and meta-analysis. *J Pain.* 2019;20(8):861–875. PMID: 30690165
44. Adamczyk WM, Wiercioch-Kuzianik K, Bajcar EA, Bąbel P. Rewarded placebo analgesia: A new mechanism of placebo effects based on operant conditioning. *Eur J Pain.* 2019;23(5):923–935. PMID: 30620151
45. Adamczyk WM, Manthey L, Domeier C, Szikszay TM, Luedtke K. The nonlinear increase of pain in distance-based and area-based spatial summation. *Pain.* 2021 Jan 11;162(6):1771–1780. PMID: 33449502
46. Grill JD, Coghill RC. Transient analgesia evoked by noxious stimulus offset. *J Neurophysiol.* 2002 Apr;87(4):2205–2208. PMID: 11929939
47. Hashmi JA, Davis KD. Effects of temperature on heat pain adaptation and habituation in men and women. *Pain.* 2010 Dec;151(3):737–743. PMID: 20926193
48. Beecher HK. The powerful placebo. *J Am Med Assoc.* 1955 Dec 24;159(17):1602–1606. PMID: 13271123
49. Bąbel P. Classical Conditioning as a Distinct Mechanism of Placebo Effects. *Front Psychiatry.* 2019;10:449. PMID: PMC6603292
50. Colloca L, Miller FG. How placebo responses are formed: a learning perspective. *Philos Trans R Soc Lond, B, Biol Sci.* 2011 Jun 27;366(1572):1859–1869. PMID: PMC3130403
51. Castarlenas E, Jensen MP, von Baeyer CL, Miró J. Psychometric Properties of the Numerical Rating Scale to Assess Self-Reported Pain Intensity in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Clin J Pain.* 2017 Apr;33(4):376–383. PMID: 27518484
52. Price DD, Harkins SW, Baker C. Sensory-affective relationships among different types of clinical and experimental pain. *Pain.* 1987 Mar;28(3):297–307. PMID: 2952934
53. Choi DS, Choi DY, Whittington RA, Nedeljković SS. Sudden amnesia resulting in pain relief: the relationship between memory and pain. *Pain.* 2007 Nov;132(1–2):206–210. PMID: 17764843
54. Adamczyk W, Skalski J, Nowak D, Jakubińska M, Kruszyna N, Budzisz A, Szikszay T, Nastaj J. Rozsiany system nocycepcji fizjologicznym podłożem odczuwania bólu u ludzi. *Ból.* 2023 Oct 8;24:9–14.
55. Skalski J, Nastaj J, Swoboda S, Budzisz A, Zbroja E, Malecki, A, Adamczyk, WM. Nielaboratoryjna adaptacja badania przestrzennego sumowania bólu w dobie pandemii COVID-19 [Non-laboratory adaptation to study spatial summation of pain during COVID-19 pandemic]. *BÓL.* 2021;21(4):1–7.

.....
(podpis wnioskodawcy)