

Streszczenie

W sportach kontaktowych, takich jak Futbol Amerykański, urazy głowy są istotnym wyzwaniem dla zachowania zdrowia zawodników. Temat ten jest na przestrzeni lat coraz częściej podkreślany zarówno przez stowarzyszenia zawodników jak i przez media. Przeprowadzona przeze mnie analiza literatury wykazała, że wykorzystanie modeli numerycznych głowy może z powodzeniem służyć za narzędzie do badań mechanizmów urazów. Natomiast moje doświadczenie jako gracza Futbolu Amerykańskiego, naświetliły brak świadomości dotyczącej bezpieczeństwa sportowców. Zaprezentowane wyniki badań będą się skupiać na Futbolu Amerykańskim, jednak wypadki mogą się wydarzyć się choćby podczas jazdy rowerem czy spaceru, co daje możliwość ekstrapolacji rezultatów na wiele różnych dyscyplin.

Pierwszy rozdział rozprawy doktorskiej skupia się na próbie zarejestrowania kinematyki sportowców, którzy symulują powalenie przeciwnika. Ze względu na ograniczoną liczbę oraz niewystraszającą jakość nagrań z krajowej ligi Futbolu Amerykańskiego, zdecydowałem się zarejestrować kinematykę zawodników w odrębnych sytuacjach i połączyć je za pomocą symulacji multibody. Badania te odbyły się we współpracy Politechniki Wrocławskiej z Uniwersytetem Wychowania Fizycznego we Wrocławiu. Nagrania zostały przeanalizowane przy pomocy oprogramowania TEMA (IMAGESYSTEM), co pozwoliło na wyznaczenie warunków brzegowych do symulacji. Połączenie dwóch kodów numerycznych, MADYMO i LS-DYNA, umożliwiło przygotowanie symulacji z rozróżnieniem na sposoby powalenia przeciwnika (tak zwane open-field i side tackle, z ang. powalenie). Modele multibody w oprogramowaniu MADYMO służyły jako modele zawodników, a kask do Futbolu Amerykańskiego był zamodelowany w kodzie LS-DYNA.

Drugi rozdział opisuje badania mające na celu użycie materiałów odnawialnych, uwzględniając ich właściwości do absorpcji energii impaktora i ich zastosowanie jako dodatkowa warstwa energochłonna do kasków. Dzięki współpracy z Uniwersytetem w Aveiro i Politechniką Krakowską opracowano kompozyty z korka naturalnego oraz oleju spożywczego, użytego wcześniej do smażenia. Dwanaście próbek, o różniących się proporcjach korka naturalnego, zostało zbadanych przy użyciu obciążeń dynamicznych, w celu oceny absorpcji energii. Po przeanalizowaniu wyników i wyborze materiałów, nawiązałem współpracę z Uniwersytetem w Wirginii, Center for Applied Biomechanics, gdzie odbyłem staż i przeprowadziłem eksperymenty z kaskiem do Futbolu Amerykańskiego. Celem stażu było opracowanie dodatkowej warstwy absorbującej energię, która miałaby zredukować prawdopodobieństwo urazów. Testy z dwoma konfiguracjami dodatkowego materiału wykazały, że aglomerat korkowy może z powodzeniem służyć za dodatkową warstwę do kasków futbolowych.

Finalnie, badanie skupiło się na weryfikacji przyspieszeń liniowych jako kryterium urazów głowy. Analizując trendy w wypadkach samochodowych, przyjąłem podobną strategię i zdecydowałem się na przeprowadzenie badań przy użyciu symulacji numerycznych. Dzięki wykorzystaniu uproszczonego modelu głowy człowieka α HEAD wykazałem, że wartości ciśnienia śródczaszkowego, nie korelują się liniowo z wartościami HIC. Wspierając się przeglądem literatury, wywnioskowałem, że zbyt uproszczona geometria modelu numerycznego mózgu może znacząco wpływać na wyniki badań.

Pierwszy cel badań został wykazany częściowo z uwagi na ograniczenia modeli multibody. Ograniczony stan wiedzy na temat modeli aktywnych może wskazywać na ich wątpliwą wiarygodność. Testy z obciążeniem mechanicznym dla próbek pozyskanych z materiałów odnawialnych powiodły się. Wykazały, że zdolności próbek do pochłaniania energii uderzenia są zbyt małe w porównaniu do aglomeratu korkowego. Wykorzystanie materiału korkowego okazało się być dobrym rozwiązaniem dla uderzeń z mniejszą energią uderzenia, podobnie jak w literaturze dla guardian caps. Nie wykazano liniowej korelacji pomiędzy wartościami kryterium HIC, a ciśnieniem śródczaszkowym dla modelu α HEAD. Jednoznacznym wnioskiem z badań jest stwierdzenie, że kryteria urazów powinny być zaktualizowane, aby zapewnić maksymalne bezpieczeństwo zawodnikom Futbolu Amerykańskiego.