



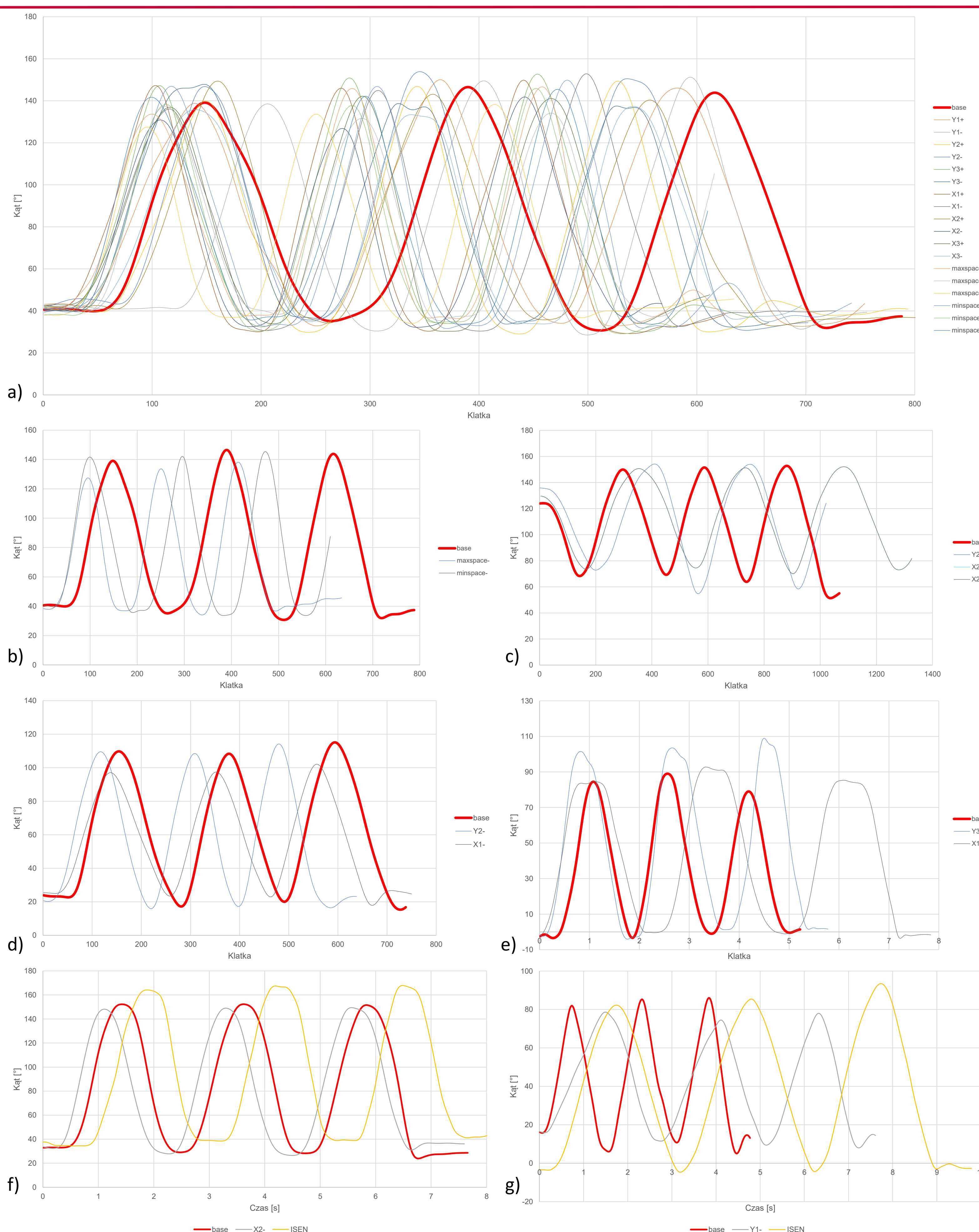
PORÓWNAWCZA OCENA WPŁYWU ROZMIESZCZENIA ZNACZNIKÓW W SYSTEMACH ANALIZY RUCHU CZŁOWIEKA NA PRECYZJĘ WYNIKÓW

Celem przeprowadzonych badań była ilościowa ocena wpływu celowego przesunięcia markerów o 5 mm na parametry kinematyczne kończyny górnej oraz porównanie wyników z systemu optoelektronicznego Vicon i inercyjnego ISEN. Eksperyment przeprowadzono na grupie 9 zdrowych osób, analizując dwa zadania ruchowe: zginanie przedramienia (biceps curl) oraz odwodzenie ramienia (lateral raises) w wariantach z obciążeniem i bez.

Wyniki wykazały, że staw łokciowy cechuje się wysoką odpornością na błędy pozycjonowania – w próbach bez obciążenia próg błędu klinicznego (5°) został przekroczony jedynie u 11,1% badanych. Odminną sytuację zaobserwowano w przypadku stawu ramennego, który okazał się bardzo wrażliwy na zmiany geometrii układu markerów. Przy odwodzeniu ramienia bez obciążenia aż u 88,9% uczestników błędy przekroczyły 5° , a w skrajnym przypadku odchylenie wyniosło aż $20,51^\circ$.

Dodatkowo wykazano, że obciążenie zewnętrzne nasila błędy kinematyczne i potęguje artefakty tkanek miękkich. Porównanie systemów pomiarowych ujawniło, że różnice między technologią optyczną a inercyjną często przewyższają błędy wynikające z niewłaściwego umieszczenia znaczników. Maksymalne odchylenie wygenerowane przez system ISEN osiągnęło wartość $14,46^\circ$ dla zginania stawu łokciowego bez obciążenia oraz $19,42^\circ$ dla odwodzenia stawu ramennego, podczas gdy błąd pozycjonowania w systemie Vicon dla tych badań ruchowych wynosił odpowiednio $3,15^\circ$ oraz $7,37^\circ$.

Wykazano, że precyzja lokalizacji markerów jest kluczowa dla wiarygodności analizy ruchu, szczególnie w obrębie stawu ramennego. Wybór systemu pomiarowego wraz z rygorystycznym przestrzeganiem protokołu markerowego mają większy wpływ na precyzję wyników niż rodzaj wykonywanego zadania, co jest szczególnie istotne w diagnostyce klinicznej i biomechanice sportu



Rys. 1. Przebiegi czasowe kąta zgięcia stawu łokciowego bez obciążenia, dla wariantu referencyjnego oraz zmodyfikowanych wariantów rozmieszczenia trzech markerów (a); przebiegi czasowe kąta zgięcia stawu łokciowego bez obciążenia (b), zgięcia stawu łokciowego z obciążeniem (c), odwodzenia stawu ramennego bez obciążenia (d), odwodzenia stawu ramennego z obciążeniem (e) dla wariantu referencyjnego wraz z przebiegami z największą oraz najmniejszą różnicą od wartości referencyjnej; przebiegi czasowe kąta zgięcia stawu łokciowego bez obciążenia (f) oraz odwodzenia stawu ramennego bez obciążenia (g) dla wariantu referencyjnego, najbardziej niekorzystnego wariantu przemieszczenia trzech markerów (Vicon) oraz systemu inercyjnego ISEN

Specjalność: **BIOMECHATRONIKA I SPRZĘT REHABILITACYJNY**