

En inkluderande och justerbar modell av den mänskliga bröstkorgen för framtidens testning av HLR-utrustning

Ester Pörtfors & Malin Svärdling
Lunds Tekniska Högskola, Januari 2024

Att testa och validera medicinsk utrustning på människor är etiskt komplicerat, praktiskt problematiskt och i vissa fall direkt farligt. Ett konkret exempel är en mekanisk hjärt- och lungräddningsmaskin, där utförandet av hjärtkompressioner utan hjärtstopp kan vara skadligt. Därför krävs teknisk utrustning för att genomföra testning och validering. Uppgiften är dock inte helt enkel. En sådan utrustning bör reflektera verkliga egenskaper hos en människa, i detta fall en bröstkor. Människans komplexa uppbyggnad av vävnader, skelett och muskler är väldigt svår att imitera med mekaniska komponenter. Trots detta är det just denna utmaning som detta examensarbete tar sig an.

LUCAS bröstkompressionssystem är en marknadsledande produkt som ersätter manuell hjärt- och lungräddning (HLR). Vid traditionell HLR är det en människa som med ihopflätade händer trycker på patientens bröstkor för att manuellt pumpa runt blodet och därmed hålla personen vid liv. Enligt riktlinjer ska man trycka så djupt som 5-6 cm för att utföra korrekt HLR - vilket är mer än många tror. Det kan vara svårt att lyckas med detta, framförallt när det ska utföras under längre perioder. Här kommer LUCAS in - en outtröttlig maskin som förser patienten med mekaniska kompressioner enligt de satta HLR-riktlinjerna i varje kompression. För att säkerställa att denna fungerar som den ska, behövs en testutrustning som noggrant kan mäta och dokumentera hur LUCAS presterar gällande till exempel kompressionskraft, hastighet och kompressionsdjup.

Målet med detta projekt var att skapa en ny testutrustning till LUCAS. Det finns dock redan en testutrustning, men som inte har möjlighet att testa på olika brösthöjder och olika hårda bröstkor. Då alla människor ser olika ut, är det viktigt att kunna se till att LUCAS verkar inkluderande och fungerar effektivt på alla kroppstyper. Slutmålet var därför att ta fram ett koncept och bygga en grov första prototyp av den nya, justerbara testutrustningen. För att undersöka hur bröstkorgens egenskaper bäst modelleras mekaniskt gjordes en biomekanisk analys där klinisk data från LUCAS analyserades samt en litteraturstudie utfördes. Resultatet var realistiska omfång på brösthöjd och styvhet samt insikter i hur bröstkorgens egenskaper skiljer sig både vad gäller kön och ålder.

Med denna nya kunskap som grund påbörjades arbetet att utveckla den nya testutrustningen. Genom många iterationer framkom spännande koncept och idéer för hur denna tes-

tutrustning hade kunnat se ut och fungera. Med hjälp av 3D-modellering och simulering kunde koncepten snabbt jämföras och värderas och till sist stod ett vinnande koncept kvar. För att verkligen testa dess funktion förvekligades denna modell fysiskt, byggd av delar i både plast och metall. Delarna i plast 3D-printades, medan metalldelarna förfinades genom fräsning, svarvning och borrar i verkstad.

Resultatet av projektet är en första fysisk prototyp på en ny testutrustning till LUCAS, se figur 1. Konceptet bygger på en innovativ fjädermodul med en kombination av två typer av mekaniska fjädrar, drag och tryckfjädrar, som ger unika, bröstkorstliknande egenskaper under bröstkompression. Den framtagna prototypen möjliggör också för justering av brösthöjd inom ett stort intervall, vilket inkluderar en större del av befolkningen.



Fig. 1. Testutrustningen LISA III med den mekaniska hjärt-och lungräddningsmaskinen LUCAS monterad på.

Vad som återstår att göra är att på ett enkelt sätt ändra styvheten på testutrustningen och då underlätta för personen som använder utrustningen i sina tester. Målet var att ta fram en utrustning som gör att LUCAS kan testas på olika kroppar, något vi kommit en bra bit på vägen med. Genom att skapa inkluderande design av medicinsk utrustning kan vård ges på lika villkor. Förhoppningsvis har denna design satt kursen för framtida testutrustning till mekaniska bröstkompressionsmaskiner.