



**Karolinska
Institutet**

IMM, Institutet för Miljömedicin

Magisterprogrammet i arbete och hälsa, Ergonomi

Huvudämnet arbete och hälsa

Examensarbete, 15 högskolepoäng

Vårterminen 2021

Validitet och reliabilitet av ett nytt rörelseanalysprogram (Kinovea®) vid lyft.

Författare: Edwin Billsten och Ulrika Bengtsson

Handledare: Wim Grooten, Docent, Leg. Fysioterapeut, Karolinska Institutet

Examinator: Emma Hagqvist, PhD, Karolinska Institutet



**Karolinska
Institutet**

MM, Institutet för Miljömedicin

Magisterprogrammet i arbete och hälsa, Ergonomi

Huvudämne: Arbete och hälsa

Examensarbete, 15 högskolepoäng

Vårterminen 2021

Validitet och reliabilitet av ett nytt rörelse analysprogram (Kinovea®) vid lyft.

Sammanfattning

Introduktion: Ergonomer arbetar med att analysera rörelserna och belastningsnivåer vid tunga lyft. I rörelseanalysen används olika observationsmetoder. Videoanalys med hjälp av rörelseanalysprogram kan möjligtvis ge mer information. Det är oklart hur tillförlitligt det är att studera faktorer som rörelsetid och ledvinklar med dessa program.

Syfte: Syftet var att undersöka interbedömarreliabiliteten och validiteten av två olika lyftparametrar med hjälp av rörelseanalysprogrammet Kinovea® och jämföra validiteten av resultatet i Kinovea® mot resultatet från ett avancerat 3-D rörelseanalysystem i labbmiljö (Vicon®).

Material och metod: Experimentell kvantitativ rörelseanalytisk studie av stabila och instabila lyft, där videoanalysprogrammet Kinovea® jämfördes mot ett markörbaserat 3-D rörelseanalysystem (Vicon®) för analys av validitet och interreliabilitet utifrån två lyftparametrar (rörelsetid och ledvinklar) hos sju individer.

Resultat: Resultatet visade på en måttlig interbedömarreliabilitet för rörelsefaser samt ett måttligt till starkt resultat för båda vinklarna. Validitet visade på dålig till bra validitet för fasanalys, men ingen validitet för ryggflexion. Resultatet visar på bra till väldigt bra validitet för knäflexion.

Konklusioner: Kinovea® kan vara ett användbart program som underlättar analysprocessen, med tillräcklig reliabilitet och validitet för analys av knävinklar och fastider på gruppnivå, men oklart resultat för vinklar i rygg och sämre överensstämmelse på individnivå. Bättre standardiserade metoder för biomekanisk analys behövs. Vidare forskning är rekommenderat.



**Karolinska
Institutet**

IMM, Institute of Environmental Medicine

Master's Programme in Work and Health, Ergonomics

Main field of study: Work and Health

Degree project, 15 credits

Spring 2021

Validity and reliability of a new motion analysis program (Kinovea®) during lifting tasks.

Abstract

Introduction: Ergonomists evaluate the movements and workloads at the workplace. 2-D stills are frequently used to analyse movement, but video analysis with basic analytic software can probably give more information on the effects caused by the loads.

Purpose: The purpose was to examine the interrater reliability and validity of two different lifting parameters, using the Kinovea® motion analysis program and to compare the validity of the Kinovea® results against the results from an advanced 3-D motion analysis system in a lab environment (Vicon®).

Method: An experimental quantitative motion analysis study of stable and unstable lifts, where the video analysis program Kinovea® was compared against a 3-D motion analysis system (Vicon®).

Results: Results showed a moderate interrater reliability for different movement phases with a moderate to strong reliability when observing angles in the back and knee. Results ranged from good to poor validity for phase analysis but showed no validity for back flexion. Results showed good to strong validity for knee flexion.

Conclusions: Kinovea® can be a useful program that facilitates the analysis process, with sufficient reliability and validity for analysis of knee angles and phase times, but not significant results for back angles. Better standardized methods for biomechanical analysis are needed. Further research is recommended.

1.	INLEDNING	1
2.	BAKGRUND	2
2.1	Tunga lyft	2
2.2	Arbets-skador och sjukfrånvaro	2
2.3	Arbetsmiljölagen	3
2.4	Arbetsgivarens Ansvar	3
2.5	Företagshälsovård	4
2.6	Ergonomens roll	4
2.7	Validitet och reliabilitet	5
2.8	Biomekaniska analyser	6
2.8.1	Vicon®	6
2.8.2	Kinovea®	6
2.9	Problemformulering	6
3.	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	7
3.1	Frågeställning	7
4.	MATERIAL OCH METOD	7
4.1	Design	7
4.2	Deltagare	7
4.2.1	Tabell 1: Inklusion och exklusion	7
4.3	Genomförande	8
4.4	Databearbetning	9
4.5	Etik	10
5.	RESULTAT	10
5.1	Tabell 2: Population	10
5.2	Reliabilitet	10
5.3	Validitet	11
5.4	Mätfel	11
5.5	Tabell 3 Reliabilitet, validitet och mätfel	12
6.	DISKUSSION	18
6.1	Resultatdiskussion	18
6.2	Metoddiskussion	19
6.3	Styrkor och svagheter	19
6.4	Vad betyder detta för ergonomer	20
6.5	Slutsatser	20
7.	REFERENSER	22



1. INLEDNING

Inom företagshälsovården arbetar ergonomer vanligtvis på uppdrag från en arbetsgivare som önskar hjälp i arbetet med att bedöma och göra riskanalyser av den fysiska och psykiska arbetsmiljön för arbetstagaren. I detta arbete ingår att bedöma flera olika typer av hälsorisker som finns på arbetsplatsen för att sedan föreslå hur de kan förebyggas och förhindras (Arbetsmiljöverket, 2011). Inom företagshälsovården finns det ergonomer som arbetar som en del i ett team som bestående av flera yrkesgrupper. Ergonomen arbetar främst med att se hur arbetet i sin helhet organiseras och planeras. Det kan vara variationen i arbetsuppgifter, arbetstider, vad arbetsuppgifterna innehåller för arbetsmoment och vad arbetet ger för exponering i olika situationer. Det vanligaste är att ergonomen förknippas med hur personer ska sitta, stå och bär olika föremål för att minimera risker och ohälsa för kroppen (Arbetsmiljöverket, 2011). Arbetsgivaren önskar detta uppdrag av ergonomen för att kunna ta sitt arbetsmiljöansvar för de anställda. Enligt arbetsmiljölagen kan arbetsgivaren inte lämna över sitt arbetsgivaransvar över arbetsmiljön, men arbetsgivaren kan ta in kunskap och underlag i olika frågeställningar från företagshälsovården och ergonomen (Arbetsmiljölagen [AML], 2018). För att uppnå detta arbetar ergonomen med att presentera en underbyggd rapport till arbetsgivaren utifrån hur arbetsplatsen ser ut. Meningen med rapporten är att arbetsgivaren ska kunna fatta beslut för en mer hållbar arbetsmiljö baserat på ergonomens fynd, samt kunna motivera ekonomiska investeringar i arbetsmiljön (Arbetsmiljölagen [AML], 2018). Ergonomer arbetar ofta ute i fält på arbetsplatser för att kunna göra arbetsexponeringsbedömningar av arbetsställningar framför allt i fysiskt krävande arbeten, t.ex. vid olika lyftmoment. Om analysen utförs utan en objektiv bedömning så blir bedömningen i många fall subjektiv och kraven som redan finns ökar mot att bedömningen ska bygga på en eller flera objektiva metoder. Ergonomer kan även ta 2-D-stillbilder av situationen för bedömning av belastningsnivå och riskmoment, men dessa bilder kan vara otillräckliga för en bra rörelseanalys av situationen. Till exempel får man ingen information om rörelsetid, rörelsehastighet och maximala ledvinklar. Bilderna kan även vara tagna från fel vinkel eller vid fel tidpunkt. Objektiva mätningar med accelerometrar, inklinometrar eller andra tekniska hjälpmedel som studerar hela arbetsmoment är ofta tidskrävande och därför har det tagits fram ett antal observationsmetoder som kan användas för analys av arbetsställningar (Grooten & Johansson, 2018). De här metoderna är mer användarvänliga, även om en stor nackdel är att ergonomen måste uppskatta ledvinklar på plats. Att bedöma ledvinklar på plats medför svårigheter som att specifika belastningsmoment inte täcks in.

Ergonomen tar sig vanligtvis till arbetsplatsen för att utföra en analys av olika arbetsställningar. Det kan vara svårt eftersom ledvinkeln behövs mätas i flera olika arbetsmoment samt i specifika rörelser. I denna del av arbetet behöver ergonomen se vilka ledvinklar som kan vara ogynnsamma och eventuellt kan medföra risk för ohälsa. Möjligheten att gå tillbaka och kunna göra om analysen har ändrats i takt med att tekniken har utvecklats. Det finns även möjligheter att göra rörelseanalyser i labbmiljö, men en labbmiljö kan inte alltid avspegla en arbetsplats och arbetsplatsens miljö på grund av de varierande förutsättningar som existerar för varje arbetsplats. Det gör att labbmiljön inte alltid kan visa problem som existerar på en arbetsplats. Andra sätt att göra analyser på är exempelvis via videobaserade system (www.vidarweb.se), olika typer av accelerationsmätare, appar i smartphone som kan mäta vinklar vid olika tidpunkter samt olika rörelseanalysprogram som stödjer videofilmning via smartphone



(Bernmark & Wiktorin, 2002., Peterson et al., 2015., Yang et al., 2017). Ett av rörelseanalysprogramen som stödjer videofilmning via smartphone heter Kinovea®. Kinovea® är ett relativt nytt rörelseanalysprogram som till skillnad mot många andra tekniska verktyg är gratis. Det är möjligt att göra detaljerade bedömningar på personer i rörelse i Kinovea® (Pueo et al., 2020). Kinovea® kan vara en möjlighet för att göra detaljerade bedömningar utifrån en filmning på arbetsplats, vilket är av intresse att utforska vidare på. Författarna har som hypotes om att Kinovea® är en valid och reliabel metod för mätning av ledvinklar i ett arbetsmoment på en arbetsplats och som kan användas för att göra riskbedömningar samt fas- och vinkelanalyser. Detta kan hjälpa ergonomen att lämna ett underbyggt bedömningsmaterial samt underlätta för ergonomen att på ett enkelt sätt göra objektiva bedömningar enklare i vardagligt arbete för att kunna presentera åtgärder och förbättringsförslag till arbetsgivaren.

2. BAKGRUND

2.1 Tunga lyft

Att arbeta med tunga lyft eller kroppsligt tungt arbetet är vanligare bland yngre personer i åldrarna 16-29 år. Individer med en tidsbegränsad anställning har oftare ett mer kroppsligt ansträngande arbete, jämfört med personer som har en fast anställning. Sammanslaget har ungefär 50 procent av tidsbegränsade- och fasta anställningar ett kroppsligt ansträngande arbete ibland eller ofta på arbetet (Arbetsmiljöverket, 2018). Att arbeta med tunga lyft medför att leder och muskler utsätts för stora belastningar vilket är en vanlig riskfaktor för besvär i bröst- och ländrygg. Besvär i ryggen uppkommer också ofta av att arbeta i obekväma arbetsställningar som i framåtböjda- och/eller vridna positioner vilket är vanligt förekommande (Statens beredning för medicinsk utvärdering [SBU], 2014). Att tunga lyft sliter på kroppen är synligt i Försäkringskassans siffror som visar att besvär i rörelseorganen är den andra vanligaste orsaken till sjukskrivning. Den vanligaste orsaken till sjukskrivning är psykisk ohälsa (Försäkringskassan, 2020).

2.2 Arbetsskador och sjukfrånvaro

För att klara av sitt arbete behöver kroppen hålla yrkeslivet ut. Personer som arbetar med fysiskt tungt kroppsarbete är både personer som lyfter tungt och de som arbetar i besvärliga arbetsställningar. Riskerna ökar och kan inträffa om arbetet sker i besvärliga arbetsställningar som exempelvis att arbeta med böjd eller vriden nacke och rygg eller att sitta mycket på huk. Risken ökar för besvär i bröst- och ländryggen om en person arbetar med manuell hantering av tunga saker (Statens beredning för medicinsk utvärdering [SBU], 2012).

Det finns forskning som visar att om det finns risker i arbetstagarens arbetsmoment, så finns det även risker i deras levnadsvanorna. Forskningen visar att om det finns risker både i arbetsmomenten och levnadsvanor finns det större risker för negativ påverkan av hälsan för denna yrkesgrupp. Det i sin tur kan leda till sämre arbetshälsa för denna yrkesgrupp totalt sett. I Sverige har vi tidigare observerat ett riskområde i taget, men en ny rapport tar upp att skador, sjukdomar och funktionsnedsättningar hos en arbetstagare hänger ihop. Det i sig kan bero på flera saker och visar sig speciellt när vi åldras. Utifrån detta mer holistiska synsätt arbetar National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) som är det nationella arbetsmiljöinstitutet i USA. De ser risker i arbetstagarens arbetsmoment och levnadsvanor hänger ihop. Deras arbetssätt är utifrån "Total Worker Health" som menar att arbete för att



skydda arbetstagarna i arbetsmiljön och hälsofrämjande insatser behöver samarbetar med varandra. Att arbeta utifrån “Total Worker Health” gynnar både arbetsplatsen och folkhälsan i samhället (Centrum för arbets- och miljömedicin, 2020., Petersen et al., 2012).

För att arbetsgivaren ska kunna ha arbetstagare som orkar sitt arbete yrkeslivet ut och inte blir sjukskrivna, så behöver arbetsgivare arbeta för att minska riskerna för att utveckla ohälsa i arbetet. Arbetet och ansvaret med att förhindra sjukdomar och olyckor på arbetsplatsen har arbetsgivaren tillsammans med arbetstagarna, vilket framkommer i arbetsmiljölagen (Arbetsmiljöverket, 2011).

2.3 Arbetsmiljölagen

Anställda har rätt till en god arbetsmiljö som förhindrar uppkomsten av sjukdom och olyckor som uppkommer av arbetet enligt arbetsmiljölagen (Arbetsmiljöverket, 2011). Arbetsmiljölagen finns utgiven i olika föreskrifter utgivna av arbetsmiljöverket (Arbetsmiljöverkets Författningssamling AFS) och går in djupare på olika områden för att både arbetstagare och arbetsgivare ska ha en god arbetshälsa (Arbetsmiljölagen [AML], 2018).

För tunga lyft i arbetet gäller AFS 2012:2 Belastningsergonomi. Utifrån AFS 2012:2 så ska arbetsuppgifterna arbetstagaren utför vara ordnade på arbetsplatsen så att de inte medför risk för ohälsa utan arbetet ska sträva efter att förebygga ohälsa. När arbetstagaren exempelvis hanterar och lyfter en låda ska arbetsgivaren tillsammans med arbetstagaren arbeta för att arbetstagaren minskar eller undviker belastningsbesvär. Arbetsgivaren ska arbeta för att minimera belastning, alternativt se till att arbetstagaren undviker tung manuell hantering. Det kan exempelvis göras genom att ta bort manuella lyft i arbetet. Detta är särskilt aktuellt om det föreligger risker för arbetstagaren att drabbas av belastningsbesvär i ryggen. Arbetsgivaren ska se över belastningsergonomin som blir ett uttryck för hur belastningen på rörelseorganen i arbete påverkas, av arbetspositioner arbetstagaren använder när den arbetar. AFS 2012:2 används även för instabila lyft trots att det saknas utförlig information för instabila lyft, vilket är ett område som är intressant att utforska närmare (Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om belastningsergonomi, 2011).

Det finns andra AFS:ar som också särskilt berör arbetstagare är AFS 1994:1 Arbetsanpassning och rehabilitering, AFS 2001:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete samt AFS 2005:6 Medicinska kontroller i arbetslivet. Alla tre tar upp olika delar på arbetsplatsen och arbetslivet, men är vanliga för arbetsgivaren och företagshälsovården att arbeta med för att ge en god arbetsplats för arbetstagaren (Arbetsmiljöverket, 2011).

2.4 Arbetsgivarens Ansvar

Utifrån arbetsmiljölagen är det arbetsgivarens ansvar att sköta arbetsmiljöarbetet. Om arbetsgivaren inte själv har kunskap och verktyg att handskas med sitt arbetsmiljöarbete kan den anlita företagshälsovård. Till företagshälsovården kan arbetsgivaren delegera vidare delar av sitt ansvar till, även om huvudansvaret alltid ligger kvar hos arbetsgivaren (Arbetsmiljöverket 2011 & Arbetsmiljöverket 2015).

På de flesta arbetsplatser med flera anställda omfattas arbetsgivaren av det systematiska arbetsmiljöansvaret och det finns även krav på möjligheter till arbetsanpassning samt



rehabilitering på arbetsplatsen där arbetsgivaren behöver erbjuda företagshälsovård. Det är arbetsgivaren som ska se till att arbetstagaren har god kännedom om vilka risker som existerar på arbetsplatsen, samt att arbetstagaren har rätt kompetens och utbildning. Arbetsgivaren har även ansvar att förmedla eventuella instruktioner som krävs för att utföra arbetsuppgifter. Där det ska finnas extra information i arbetsmoment så att det tydligt framgår om de är riskfyllda. Arbetsgivaren har även ansvar att anpassa arbetsförhållanden efter varje arbetstagare då de kan ha olika förutsättningar för att kunna utföra arbetet (Arbetsmiljölagen [AML], 2018).

2.5 Företagshälsovård

Företagshälsovården arbetar på uppdrag utifrån arbetsgivaren. Företagshälsovård kan erbjudas av arbetsgivaren i en egen organisation i verksamheten eller köpas in som extern part. Tanken är att företagshälsovården ska kunna ha ett långsiktigt samarbete med arbetsplatsen samt vara en självständig expertresurs till arbetsgivaren och de anställda efter att arbetsgivaren har gett företagshälsovården uppdraget. Företagshälsovård arbetar spritt inom flera olika ämnen och arbetar både med arbetsmiljö och rehabilitering samt med att förebygga sjukdomar och hälsorisker som uppkommer av arbetet. Målet för företagshälsovården är att de hjälper arbetsgivaren och de anställda att känna igen sambanden mellan organisation, arbetsmiljö, hälsa och hur de anställda arbetar effektivt utifrån deras bästa förutsättningar (Arbetsmiljöverket 2015., Arbetsmiljölagen [AML], 2018). Den expertkunskap som företagshälsovården har är vanligtvis utifrån olika hälso- och sjukvårdsprofessioner, men de anställda på företagshälsovården har även specialistkunskaper inom sin profession på arbetsrelaterade besvär och sjukdomar. En företagshälsovård har vanligtvis kunskaper inom medicin, rehabilitering, teknik, ergonomi, beteendevetenskap och allt kopplat till arbete och arbetsplatser. Vanliga yrkesgrupper som finns på företagshälsovården är läkare, sjuksköterska, arbetsmiljöingenjörer och ergonomer som ofta är fysioterapeuter i grunden (Arbetsmiljöverket 2015).

2.6 Ergonomens roll

Ergonomen som arbetar inom företagshälsovården har vanligtvis rollen att ge analyser gällande hur arbetstagare sitter, står och bär på bästa sätt. Utöver att enbart se på hur arbetstagaren utför ett enskilt arbetsmoment som att bära saker, så vill ergonomer se ett helhetsperspektiv på arbetsplatsen. Ergonomer väger in lika mycket i hur arbetet organiseras och planeras, som att försöka se möjligheter på ergonomiska problem utifrån den miljön och de förutsättningar som arbetsmomentet sker i (Arbetsmiljöverket 2011). Desto tidigare ergonomen har möjlighet att utföra analyser och föreslå förbättringar utifrån riskbedömningar på specifika arbetssituationer, desto tidigare kan arbetsledningen fatta beslut om ändringar och förbättringar (Arbetsmiljölagen [AML], 2018) Detta innebär att om ergonomen kommer in i arbetet tidigt så kan den skapa en kontinuerlig förbättring i processen och det finns möjlighet till mer konkreta förslag och förändringsprocesser. Det finns studier på produktionen i fabriker där ergonomisk analys kan öka produktions stabiliteten och möjliga fel eller stopp i produktionen minskar. Samtidigt som att den har möjlighet att minska den fysiska arbetsbelastningen genom att ergonomen ser hela arbetsmomentet så kan även hela produktionstiden effektiviseras (Winter et al., 2012).



Det finns flera studier gällande ergonomi och produktion i fabriker. Här är det vanligt att mäta med standardiserade verktyg och processer för att få ut klara och tydliga mått inför byggandet av nya produktionslinjer. Detta arbetssätt kan förbättra arbetsställningar och minska mängden arbetsskador (Winter et al., 2012). Det finns ergonomer som arbetar utifrån modellen människa, teknik och organisation (MTO) som förklarar samspelet mellan människan som utför ett arbete på en arbetsplats. Ergonomer som arbetar utifrån MTO kan redan tidigt i en process se hur de tre dimensionerna i modellen ger förutsättningar för arbetssättet och vilken del som påverkar de andra delarna (Karlton et al., 2017). Ergonomer som inte enbart arbetar med en specifik arbetsplats som att det finns ofta en ergonom som enbart har en arbetsplats som de utför uppdrag mot exempelvis på produktionsfabriker. De ergonomer som arbetar på uppdrag mot flera arbetsplatser arbetar mer med arbetsplatsbesök och olika bedömningsinstrument (Yang et al., 2017). Olika observationsmetoder används av ergonomen vid arbetsplatsbedömningar. I de olika observationsmetoderna finns det svårigheter att se och kunna förklara vissa mönster. Det är vanligt förekommande problem är att det finns en låg exakthet mellan olika observatörers observationsmetoder. Detta blir mer tydligt när observatören bedömer mindre och snabba rörelser (Takala et al., 2010). Två olika observationsmetoder överensstämmer inte helt med varandra och ger många gånger olika bedömningsresultat. Det finns forskning som visar att ergonomen kan få en uppfattning om vilken metod som passar bäst utifrån vilken arbetssituation som ska bedömas, men det är svårt att följa upp resultat om inte exakt samma observationsmetoder används (Chiasson et al., 2012). I en studie så framkommer det att direkta mätningar kan erbjuda mer tillförlitliga uppgifter än de arbetsplatsbedömningar som baseras på observationer eller subjektiva bedömningar. När arbetsplatsbedömningen är utförd finns det utmaningar att validera exponeringen och få ett tillförlitligt resultat som kan appliceras mer generellt för arbetsuppgiftens exponering. Det betraktas vara dyrt att analysera data från olika mättekniker och specialiserad personal behövs (David, 2005).

2.7 Validitet och reliabilitet

Validitet och reliabilitet innebär att det som mäts faktiskt mäter det som är avsett att mätas (validitet) och är reproducerbart på ett tillförlitligt sätt (reliabilitet). Den gyllene standarden står för det bästa mätinstrument som finns att tillgå för bästa möjliga resultat. Detta gör att genom att utgå från gyllene standarden så kan man få ut validiteten av ett annat mätinstrument. Det eftersom det går att utgå från den gyllene standarden för att sen ställa ett annat mätinstrument mot den gyllene standarden och se hur bra det står sig i förhållande till den. Både reliabiliteten och validiteten är viktig för att tillåta ergonomen arbeta i vardagen då resultatet ska vara så likartat som möjligt vid upprepad mätning (intra-bedömarreliabilitet) samt tillåta två olika ergonomer att få liknande resultat vid upprepad mätning (inter-bedömarreliabilitet). Hög reliabilitet i både intra- och inter-bedömarreliabilitet tillåter ergonomen att se effekten av eventuella åtgärder som åtgärdas på arbetsplatsen. De utvärderingsmetoder som existerar idag tittar ofta på väldigt specifika saker som arbetsbelastning i ett stillastående rörelsemoment vilket har hög validitet men kan ha låg precision och reliabilitet med medföljande mätfel som är acceptabla så länge de är låga. Även analys och tolkning kan skilja sig åt vilket sänker validiteten av instrumentet. Dessa problem kan ofta åtgärdas genom erfarenhet men kan inte lösa det helt. Vilket leder till ett ökande krav på att ha standardiserade och valida mätmetoder med hög inter-bedömarreliabilitet som även kan se mätfel (Annett, 2002).



2.8 Biomekaniska analyser

Den ergonomiska analysen innefattar en mätning av kroppens position i rummet och förhållandet till kroppens tyngdpunkt. Genom att titta på vinklar i ett rörelseplan och veta hur mycket ett kroppssegment väger, går det att göra biomekaniska beräkningar för att få fram kroppsbelastning i olika rörelsemoment (Dempster, 1955). Ett rörelsemoment betraktas som en stilla position i början av en rörelsefas, under pågående rörelsefas eller i slutet av en rörelsefas. Detta betyder att med kunskap om vilken vinkel som en led befinner sig i, samt med kunskap om hur mycket individen väger och en korrekt skala av individen så går det att räkna ut hur mycket belastning kroppen befinner sig i under specifika arbetssituationer. Utifrån det går det sedan att göra en riskbedömning och eventuell arbetsanpassning för att minska mängden situationer där individen utsätts för hög ledbelastning. Ett av de instrument med acceptabel interreliabilitet som används är RAMP II, ett verktyg som hjälper ergonomen dela upp arbetsmoment i olika nivåer av risk, grön = låg risk (low risk), gul = risk (risk), röd = hög risk (high risk) detta samt liknande instrument är användbara men når inte upp till den gyllene standarden (Lind et al., (2020)). I dagsläget är den gyllene standarden för en biomekanisk rörelseanalys ett labbtest som filmats i flera olika rörelseplan (3D) och tillåter en mer komplett analys av vinklar. Den biomekaniska analysen utförs dock oftast för hand av praktiska skäl, där ergonomen åker runt till arbetsplatser och tar 2D stillbilder ur ett rörelseplan samt mäter olika arbetssituationer som sedan analyseras. Dessa bilder kan vara otillräckliga för en bra rörelseanalys av situationen. Exempelvis får man ingen information om rörelsetid, rörelsehastighet, maximala ledvinklar och de kan vara tagna utifrån fel vinkel alternativt vid fel tidpunkt. Det är då av värde att undersöka möjligheterna i ett program som tillåter filmning i ett plan (2-D) för att sedan kunna analysera det utanför arbetsplatsen på ett snabbt och okomplicerat sätt.

2.8.1 Vicon®

Vicon® är ett kamerabaserat rörelseanalys system som fångar rörelser i 3-D i alla rörelseplan och tillåter mer precis mätning än vad som är möjligt att göra ute på arbetsplatser. Ett 3-D kamerabaserat system som kan fånga rörelser i alla plan räknas som den gyllene standarden för rörelseanalys och är ett användbart verktyg vid labbstudier för att få reliabel rörelsedata men är tyvärr inte något som ergonomer har möjlighet att använda i jobbet till vardagen (Tsushima et al., 2003).

2.8.2 Kinovea®

Kinovea® är ett gratis rörelseanalys program som möjligtvis kan underlätta den biomekaniska analysen för ergonomen. Genom att vara ett kostnadsfritt alternativ som kan underlätta ergonomens jobb i vardagen är det av värde att titta närmare på validiteten och reliabiliteten av Kinovea®. Det finns i dagsläget ett fåtal publicerade studier som har studerat Kinovea® som hjälpmedel, alla som visar på att Kinovea® skulle kunna vara ett applicerbart verktyg vid rörelseanalys. (Damsted et al., 2015; Fernández-González et al., 2020; Pueo et al., 2020; Puig-Diví et al., 2019).

2.9 Problemformulering

Att få tidigare studier studerat validiteten och interreliabiliteten av Kinovea® i ergonomiska situationer på variabler som rörelsetid och ledvinklar och att det saknas jämförelsestudier mot



Vicon® gör det intressant att studera hur Kinovea® förhåller sig mot den gyllene standarden. Detta för att bättre utforska möjligheten att använda Kinovea® som ett utvärderingsinstrument för ergonomen med hög validitet och reliabilitet.

3. SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Syftet är att undersöka interbedömarreliabiliteten och validiteten av två olika lyftparametrar (fas- och vinkelanalys), i en ergonomisk lyftsituation med hjälp av rörelseanalysprogrammet Kinovea® samt att jämföra validiteten av resultatet i Kinovea® mot resultatet från ett avancerat 3D rörelseanalyssystem i labbmiljö (Vicon®).

3.1 Frågeställning

- Vad är den relativa och absoluta interreliabiliteten av Kinovea® för fastid och vinkelanalys
- Vad är den relativa och absoluta validiteten av Kinovea® för fastid och vinkelanalys mot 3D Vicon®
- Hur stort är det eventuella mätfelet i Kinovea® för fastid och vinkelanalys, testare mot testare och testare mot 3D Vicon®?

4. MATERIAL OCH METOD

4.1 Design

Studien är en experimentell studie av en kvantitativ rörelseanalys där sju deltagare gjort fyra lyft med 0, 5, 10 och 15 kg på tre olika underlag stabilt, semi-stabilt och instabilt med ett randomiserat upplägg. Varje underlag användes ungefär lika många gånger för att försöka minimera inlärnings- och trötthetsfaktorer genom att randomiseras slumpmässigt. Den första deltagarens underlag slumpades fram och sedan roterade underlagen till nästa deltagare.

4.2 Deltagare

Friska deltagare rekryterades genom anslag vid KI och personliga kontakter. Dessa har delgivits information om studiens syfte skriftligt och muntligt och har accepterat att medverka. In- och exkluderingskriterier fastställdes innan datainsamlingen (Tabell 1).

4.2.1 Tabell 1: Inklusion och exklusion

Inklusionskriterier	Exklusionskriterier
18-65 år	Pågående ryggbesvär, eller andra besvär från rörelseapparaten

Förstå instruktioner
på svenska eller
engelska

Diagnosticerad med
inflammatorisk ledsjukdom,
kroniska smärttillstånd,
ortopediska åkommor.

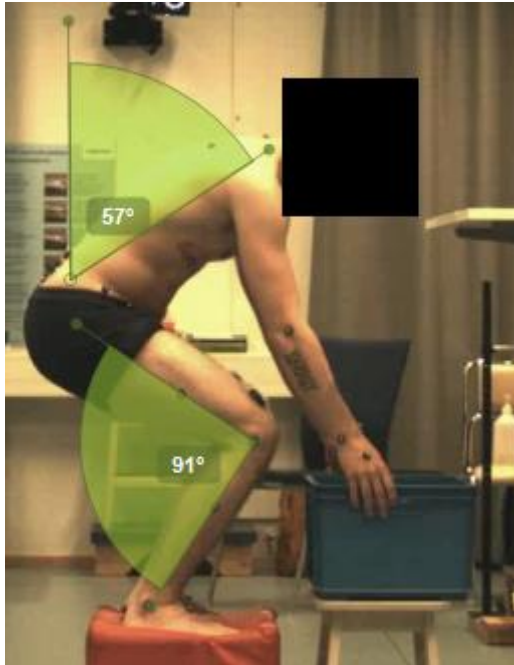
4.3 Genomförande

Försöken utfördes i labbmiljö (Vicon® Nexus 2.10). Labbet har använt Vicon® Nexus (2.10) med 12 kameror på 100hz och två 50hz för filmning i 3D, två kraftplattor, samt markörer med en markörstorlek på 9mm. Det fanns även två stycken ortogonala digitala kameror (100 bilder/sek) som registrerade lyften. Labbets resultat utgår från Vicon® systemets markörer som använts för fasindelning (ned- och uppfas), samt för variabler som absolut rörelsetid och flexionsvinklar i rygg och knä. Ledvinkelsresultatet från Vicon® togs fram enligt instruktioner från användarmanual för Vicon® systemet (Vicon, 2018). I studien placerades 23 markörer som behövs för mätning i Vicon®. Denna delstudie har dock enbart använt markörerna placerade på C7 och markören placerad på objektet för definitionen av rörelsestart (C7 i förhållande till Y-axel vertikalt), slut av ner-fas/start av uppfas (objektets rörelse i Y-axeln) och rörelsens slut (objektets rörelse i Y och X horisontellt). För variabeln ryggböjning så användes C7 och bäckenet (PSIS höger sida) i förhållande till Y-axeln och höger sidans knä-vinklar beräknades med hjälp av femurs trochanter major och laterala epikondylen, samt laterala malleolen från underbenet.

Två testare har sedan enskilt genomfört en analys i Kinovea® (version. 0.9.3) utifrån filmning med den digitala kameran som registrerade rörelsen i sagittalplan. Rörelseanalysen av lyftet började med att dela in det i faser (ned-, uppfas) (se figur 1), för att sedan analysera ryggböjning och knä-vinklar vid maxbelastning för knä och ländrygg rörelsemomentet där vinkeln bedömdes som störst (se figur 2).



Figur 1: Start av nedfas, slut av nedfas/start på uppfas, slut av uppfas.



Figur 2 Vinklar i knä och rygg.

4.4 Databearbetning

I studien studerades fem variabler: rörelsetid, tid i neråtfas, tid i uppåtfas, maximal ryggvinkel och maximal knäinkel (av höger knät). Jämförande statistik togs fram efter ett normalfördelningstest, genom att göra ett Wilcoxon sum rank test för att undersöka systematiska skillnader och proportionell bias mellan testare samt mellan Kinovea® och Vicon®, där $p < 0,05$ står för signifikans.

Därefter undersöktes den relativa reliabiliteten och den relativa validiteten mellan testare och testare mot labb, genom att använda Intraclass Correlation Coefficient (Koo & Li, 2016) (ICC[2.1] 95% CI). ICC nivåerna är klassificerade som <0 = ingen (zero), $0-0,50$ = dålig (poor), $0,50-0,75$ = måttlig (moderate), $0,75-0,90$ = bra (good), $>0,90$ = väldigt bra (excellent) (Koo & Li, 2016). För att undersöka samband mellan testare gjordes även ett Spearman test där p-värdet är $p < 0,05$, och korrelationen klassificeras som $0-0,29$ försumbar (negligible) $0,30-0,49$ = låg (low), $0,50-0,69$ = måttlig (moderate), $0,70-0,89$ = stark (strong) $0,90-1$ = väldigt stark (very strong) enligt (Mukaka, 2012).

För att se resultat på den absoluta reliabiliteten mellan testare samt mellan Kinovea® och Vicon® gjordes beräkningar utifrån Standard Error of Measurement (SEM) som är framtaget med formeln $2 \cdot \text{standard deviation} \cdot \text{ICC}[2.1]$, och Minimal Detectable Difference (MDD) med formeln $\sqrt{2} \cdot \text{SEM}$. Resultat som den absoluta reliabiliteten används för att visa storleken på mätfel, där SEM ger en bild på osäkerheten utav testresultatet och MDD representerar storleken på möjligheten att upptäcka förändringar i individers test. Detta mått används för att visa på



faktiska förändringar i analysen och att det inte är ett resultat av mätfel. SEM och MDD ska optimalt ha så låga värden som möjligt över noll, då större värden visar på större mätfel.

Avslutningsvis så gjordes Scatterplots och Bland-Altman plots för att studera förekomst av samband och systematiska skillnader mellan testare samt mellan Kinovea® och Vicon®. Om ”noll” inkluderas i 95% CI limits of agreement, så föreligger det inte en systematisk skillnad mellan testare.

4.5 Etik

Studien hade frivilligt deltagande och samtliga deltagare kunde välja att utan någon anledning avbryta studien. Alla deltagare kände sig friska och hade inga kända besvär när deltagarna deltog i studien. Personens fysiska deltagande i form av att lyfta en låda var det väsentliga i studien, så uppgifter som personnummer eller likvärdiga känsliga uppgifter behövdes inte behandlas. Ingen data sparas eller delas med Kinovea®.

5. RESULTAT

Sammanlagt gjordes 84 enskilda analyser på sju deltagare (Tabell 2), där varje deltagare är analyserad i 12 olika lyft. Rörelseanalysen visar sitt resultat i sekunder (sek) och vinkelanalysen visar sitt resultat i grader (°). Median och interkvartilavståndet (Interquartile range-IQR) visade på att båda testarna överskattat tiden i rörelseanalysen både för uppfas och nedfas jämfört med Vicon®. Den visade även att båda testarna har mindre spridning i sitt resultat jämfört med Vicon® både för hela rörelsen samt för vinkelanalys (Tabell 3). Inga olyckor eller skador inträffade under studien.

5.1 Tabell 2: Population

Population	Median (min/max)
Ålder [år] (min-max)	27 (21–47)
Könsfördelning (m/k)	5/2
Längd [cm] (min-max)	177 (163–185)
Vikt [kg] (min-max)	75 (69–85)

5.2 Reliabilitet

Testare 1 mot testare 2 rörelseanalys - Medianvärdet skiljde sig 0,12s mellan testare för nedfas och 0,19s för uppfas men enbart 0,06s för total rörelsetid. Skillnaden var signifikant, ($p < 0,001$) och visar på en systematiskt kortare nedåtfas och en systematiskt längre uppåtfas för testare 1.



Däremot visar Bland-Altman plotten på att 0 hamnar inom 95% limits of agreement (se figur 4-6). En visuell analys tyder på att högre värden har större avvikelse från line of agreement för båda testare. Spearman visade på en god överensstämmelse mellan testare ($r=0,821-0,891$, $p<0,001$) medans ICC visade större variation på dålig till bra reliabilitet ($0,428-0,784$).

Testare 1 mot testare 2 vinkelanalys - För vinkelanalys så skiljde sig medianvärdet 7 grader mellan testare för ryggflexionen och 6,5 grader för knäflexion, ($p<0,001$). Bland-Altman plotten visar även här att 0 hamnar inom 95% limits of agreement och en visuell analys på en större spridning vid högre värden för båda testarna (se figur 7-8). Spearman visade även här på en god överensstämmelse mellan testare ($r=0,905-0,963$, $p<0,001$) och ICC på måttlig till väldigt bra reliabilitet ($0,648-0,941$).

5.3 Validitet

Testare mot Vicon® rörelseanalys - För validitet så visade medianvärdet på en 0,02s skillnad för testare 1 ($p=0,022$) och en 0,14s skillnad för testare 2 mot Vicon® för nedfas. För uppfas så är det 0,21s skillnad för testare 1 och 0,02s för testare 2 ($p=0,008$). Den totala rörelsetiden visade en skillnad på 0,33s för testare 1 och 0,27s för testare 2 mot Vicon®, ($p<0,001$). Bland-Altman plotten visar att båda testare har 0 inom 95% limits of agreement (se figur 4-6). ICC visar på en genomsnittligt måttlig validitet för testare 1 ($0,305-0,786$) och en måttlig överensstämmelse för testare 2 ($0,516-0,579$).

Testare mot Vicon® vinkelanalys - Medianvärdet för testare 1 visar på en 0,55 graders skillnad för ryggflexion och 2,3 grader för knäflexion, medianvärdet för testare 2 visar på en 6,45 graders skillnad för ryggflexion och 8,8 grader för knäflexion. Det linjära regressionsvärdet (se figur 7-8) visar på att skillnaderna är för stora gällande ryggflexion för båda testarna vilket även kan ses i ICC och SEM som visar på en för stor skillnad för att kunna utläsas angående ryggflexion mellan båda testarna och Vicon®. ICC för knäflexion visar dock väldigt bra validitet för testare 1 ($0,925$) och bra överensstämmelse för testare 2 ($0,840$) mot Vicon®.

5.4 Mätfel

Mätfelet (SEM) varierade mellan $0,122-0,293$ s för testare mot testare och $0,144-0,261$ s för testare mot Vicon® för fasanalys. För vinkelanalys varierade mätfelet mellan $5,69-8,84^\circ$ för testare mot testare. För testare mot Vicon® visade resultatet att mätfelet är $11,76$ grader för testare 1 och $9,76$ grader för testare 2 gällande knäflexion men att det var för stort att mäta för ryggflexion (ICC = <0 , negativt SEM värde).

5.5 Tabell 3 Reliabilitet, validitet och mätfel

Resultat	Kinovea Testare 1 (E) Median (Q/R)	Kinovea Testare 2 (U) Median (Q/R)	VICON Median (Q/R)	Kinovea T1 vs T2 p-värde ¹	Kinovea T1 vs VICON p-värde ¹	Kinovea T2 vs VICON p-värde ¹	Kinovea T1 vs T2 ICC ² (95%CI) (Lower/Upper)	Kinovea T1 vs T2 r (p-värde) ³	Kinovea T1 vs VICON ICC ² (95%CI) (Lower/Upper)	Kinovea T2 vs VICON ICC ² (95%CI) (Lower/Upper)	SEM Kinovea T1/T2	SEM Kinovea T1/VICON	SEM Kinovea T2/VICON	MDD ⁵ Kinovea T1/T2	MDD ⁵ Kinovea T1/VICON	MDD ⁵ Kinovea T2/VICON
Test N= 84																
Rörelseanalys																
(sek)																
Fas-tid ned	1,04 (0,16)	1,16 (0,17)	1,02 (0,16)	,000	,022	,000	,609 (.063/.820)	,863 (.000)	,786 (.680/.858)	,563 (-,084/.827)	0,161	0,157	0,124	0,227	0,222	0,175
Fas-tid upp	1,65 (0,21)	1,46 (0,20)	1,44 (0,43)	,000	,000	,008	,428 (-,099/.740)	,821 (.000)	,305 (-,090/.601)	,516 (.318/.666)	0,122	0,144	0,212	0,172	0,203	0,299
Total rörelsetid	2,7 (0,40)	2,64 (0,30)	2,37 (0,56)	,000	,000	,000	,784 (.623/.871)	,891 (.000)	,505 (-,085/.785)	,579 (.008/.810)	0,293	0,244	0,261	0,414	0,345	0,369
Test N= 84																
Vinkelanalys (°)																
Max ryggflexion	60 (15)	53 (13)	59,45 (19)	,000	,002	,259	,648 (-,077/.886)	,905 (.000)	-,356 (-,581/-.091)	-,276 (-,466/-.063)	5,69	-14,32	-9,74	8,05	-20,24	-13,77
Max knäflexion	90,5 (25)	97 (22)	88,2 (35)	,000	,023	,000	,941 (.728/.977)	,963 (.000)	,925 (.886/.951)	,840 (.640/.917)	8,84	13,76	9,76	12,51	19,46	13,80

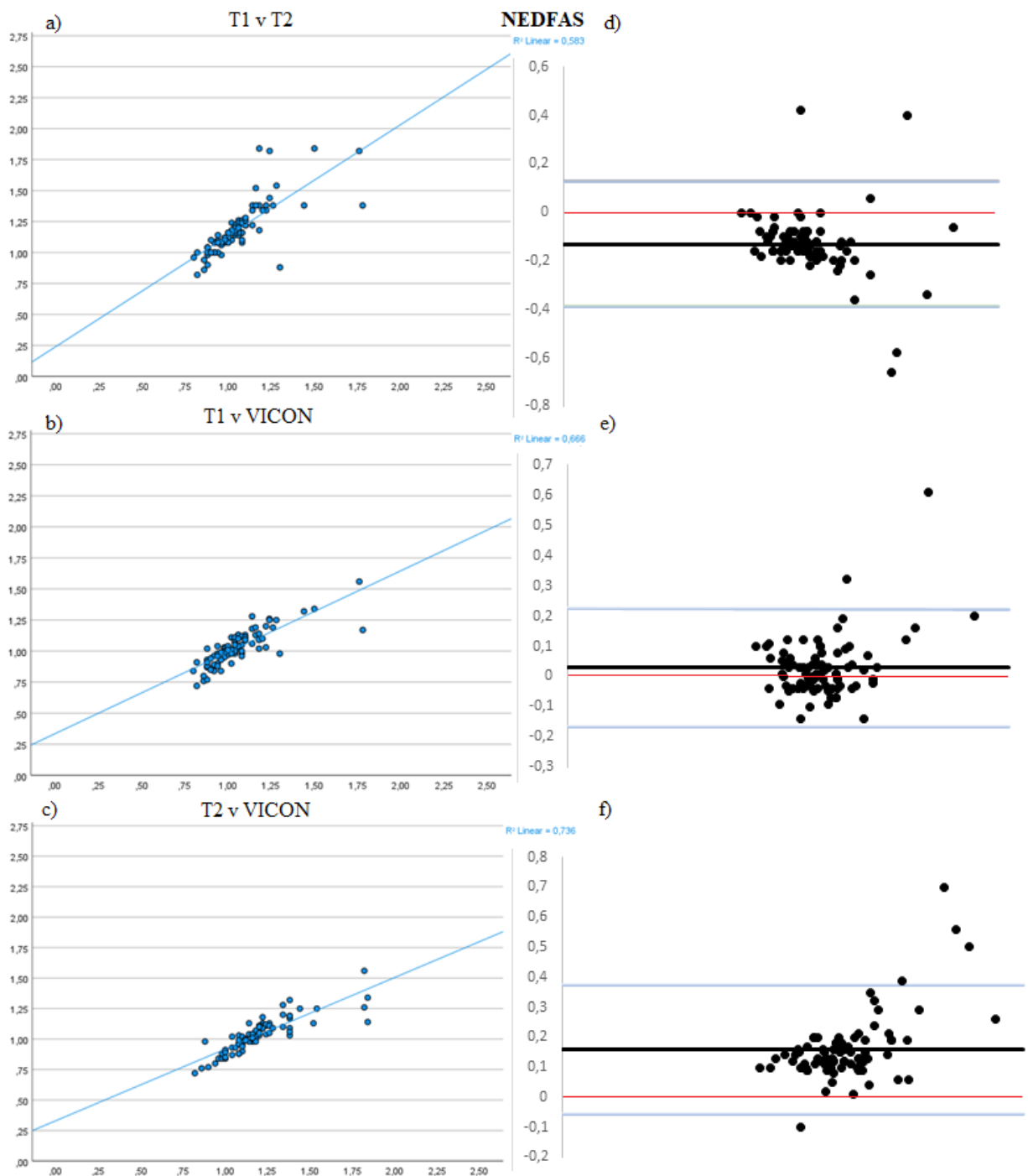
¹ Wilcoxon signed rank test.

² ICC 2,1

³ Spearman correlation coefficient

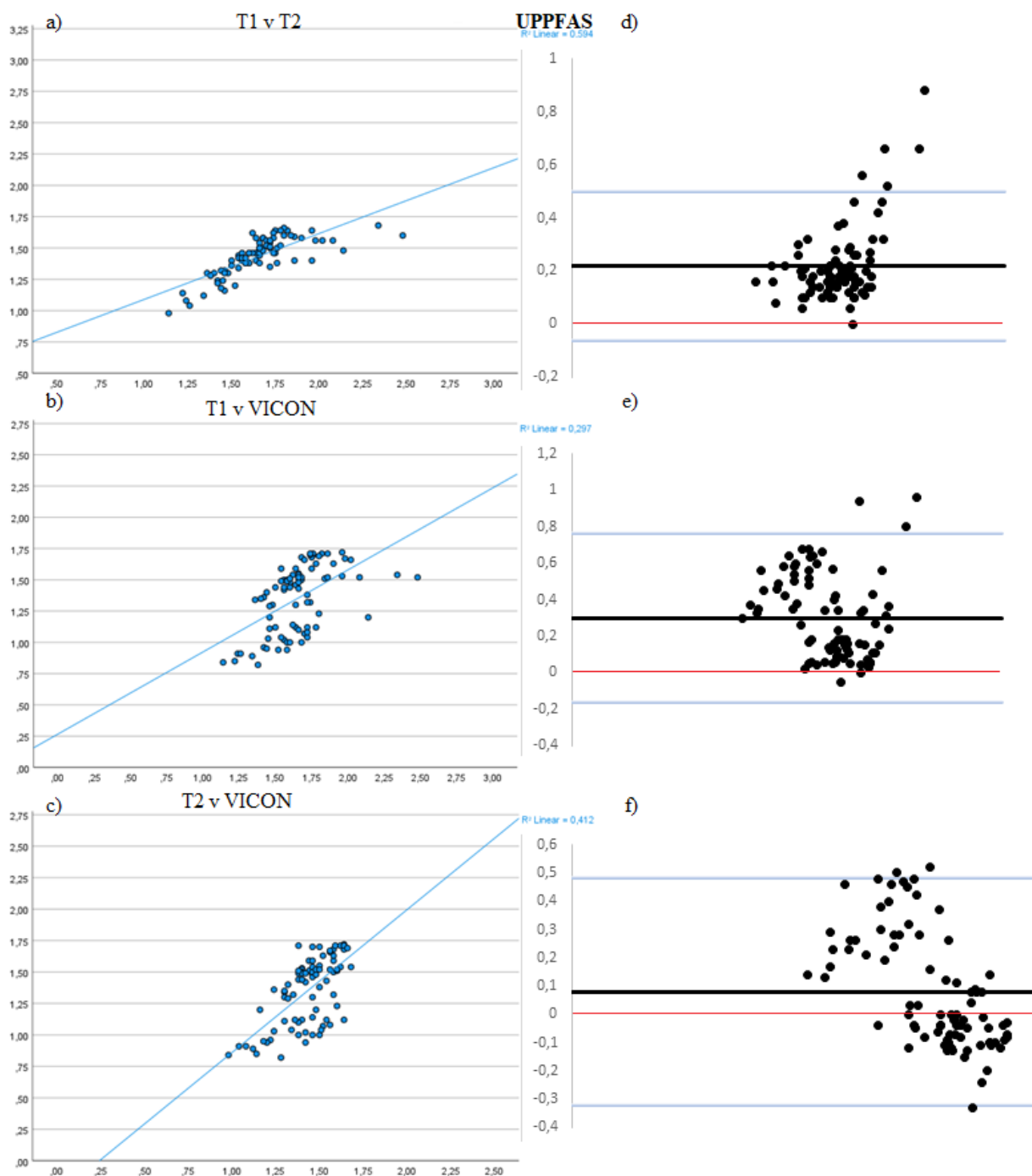
⁴ Standard error of measurement (SEM) = 2*SD*ICC

⁵ Minimal Detectable Difference (MDD) = $\sqrt{2}$ *SEM



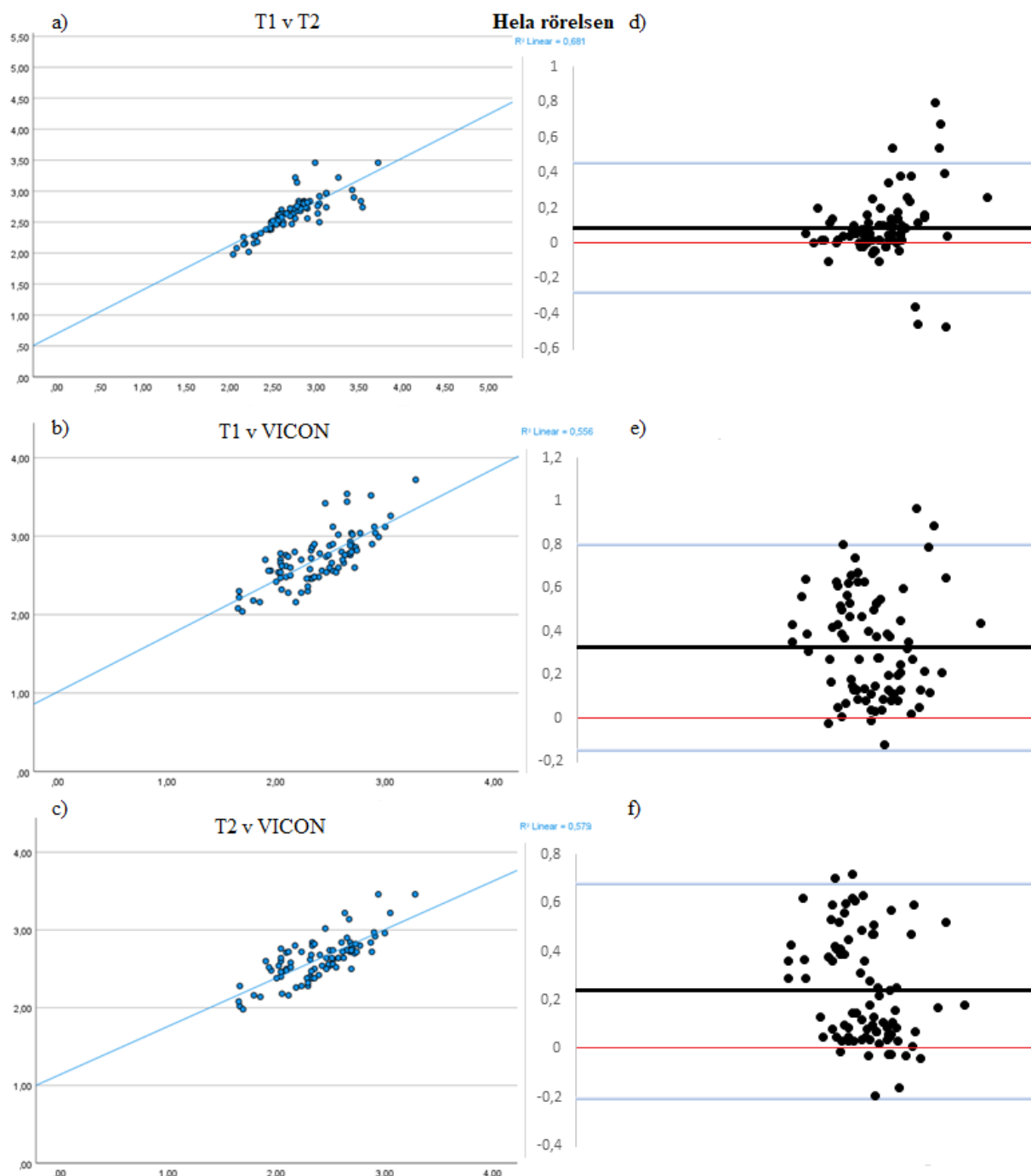
Figur 4 Nedfas

Figur 4[a-c]: N=84, scatterplot mellan T1, T2 och Vicon®, line of agreement och R². Figur 4, [d-f]: Bland-Altman plot medelvärde i tid i neråtfas mellan T1, T2 och Vicon® plottat mot skillnaden mellan T1, T2 och Vicon®, bias (röd linje) och limits of agreement (blå linje) visas för de olika parametrarna.



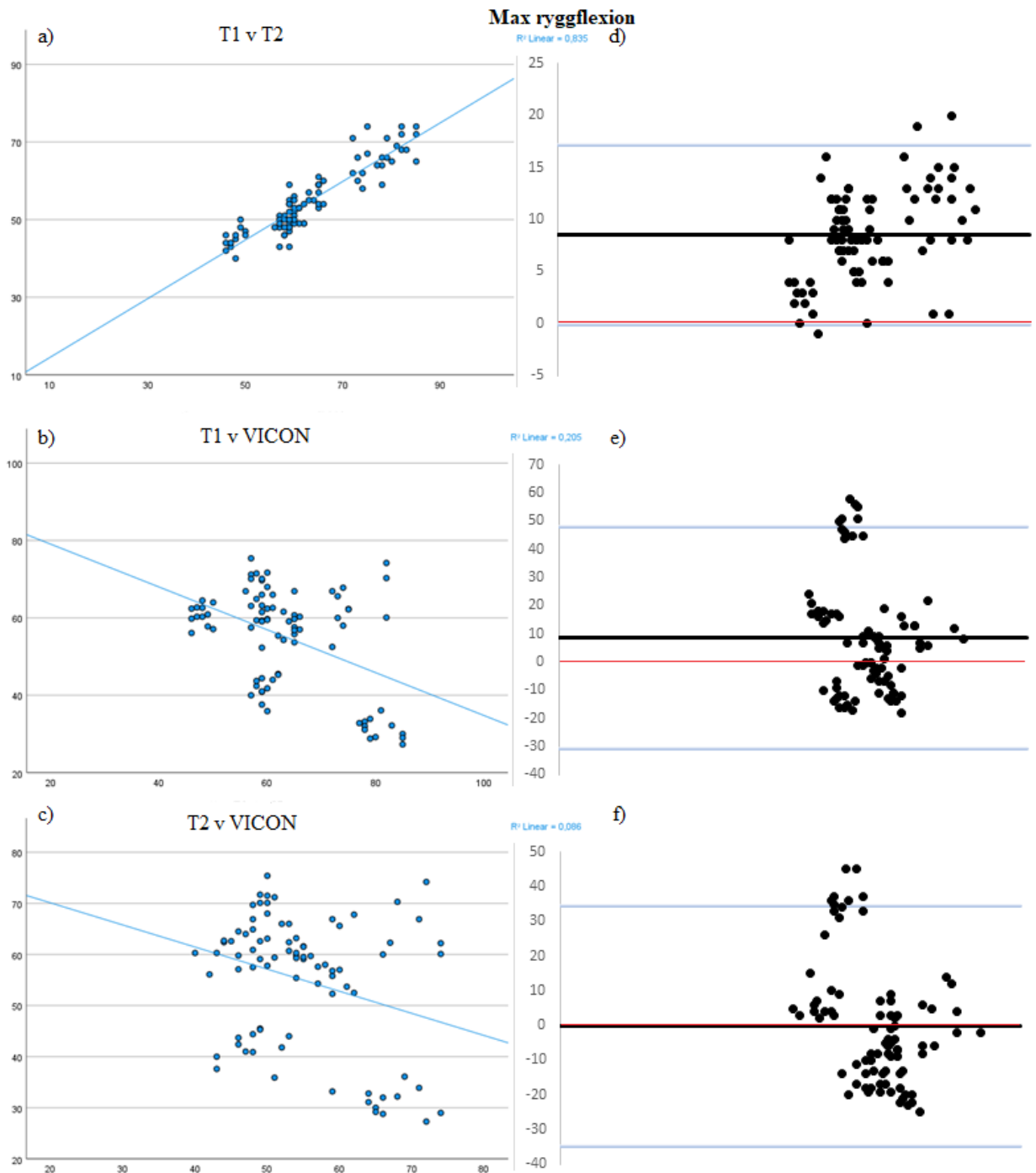
Figur 5 Uppfas

Figur 5[a-c]: N=84, scatterplot mellan T1, T2 och Vicon®, line of agreement och R^2 . Figur 5, [d-f]: Bland-Altman plot medelvärde i tid i neråtfas mellan T1, T2 och Vicon® plottat mot skillnaden mellan T1, T2 och Vicon®, bias (röd linje) och limits of agreement (blå linje) visas för de olika parametrarna.



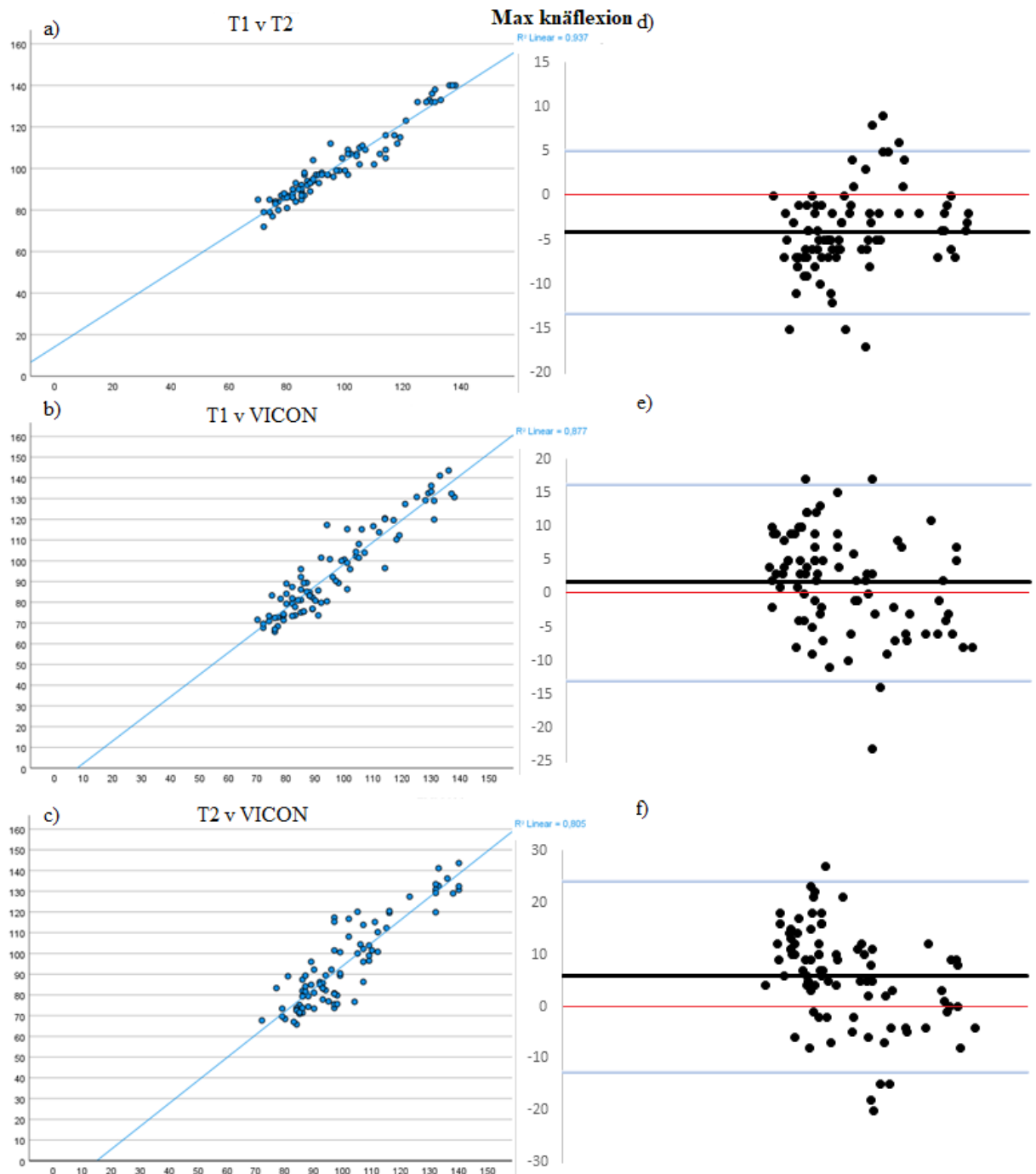
Figur 6 Neråtfas

Figur 6[a-c]: N=84, scatterplot mellan T1, T2 och Vicon®, line of agreement och R^2 . Figur 6, [d-f]: Bland-Altman plot: medelvärde i tid i neråtfas mellan T1, T2 och Vicon® plottat mot skillnaden mellan T1, T2 och Vicon®, bias (röd linje) och limits of agreement (blå linje) visas för de olika parametrarna.



Figur 7 Ryggflexion

Figur 7[a-c]: N=84, scatterplot mellan T1, T2 och Vicon®, line of agreement och R². Figur 7, [d-f]: Bland-Altman plot medelvärde i tid i neråtfas mellan T1, T2 och Vicon® plottat mot skillnaden mellan T1, T2 och Vicon®, bias (röd linje) och limits of agreement (blå linje) visas för de olika parametrarna.



Figur 8 Knäflexion

Figur 8[a-c]: N=84, scatterplot mellan T1, T2 och Vicon®, line of agreement och R^2 . Figur 8, [d-f]: Bland-Altman plot medelvärde i tid i neråttas mellan T1, T2 och Vicon® plottat mot skillnaden mellan T1, T2 och Vicon®, bias (röd linje) och limits of agreement (blå linje) visas för de olika parametrarna.



6. DISKUSSION

Resultatet visar på en måttlig interbedömarreliabilitet för rörelsefaser samt ett måttligt till starkt resultat för båda vinklarna. Validitetsanalyserna visade på dålig till bra validitet för fasanalys och ingen validitet för ryggflexion. Däremot visar resultatet på bra till väldigt bra validitet för knäflexion.

Vad gäller de statistiska analyserna av interreliabiliteten så visar Spearman på stark till väldigt stark korrelation mellan testare medan ICC visar på mer varierande resultat mellan testarna. Skillnaderna mellan testarna var genomgående små, men statistiskt signifikanta för alla parametrar. Däremot inkluderades noll-värdet i Bland-Altman plottarna vilket gör att skillnaderna är svårtolkade. Resultatet visade på dålig till bra interbedömarreliabilitet för fastider (ICC varierade mellan 0,428-0,784) samt ett måttligt till väldigt bra resultat för vinklar (ICC varierade mellan 0,648-0,941), med ett SEM på mellan 0,122 och 0,293s för faser och 5,69 – 8,84 grader för vinklar i rygg och knä. Återigen fanns det en systematisk skillnad mellan testarna där testare 1 hade en systematiskt kortare nedåtfas och längre uppåtfas jämfört med testare 2. Determinationskoefficienten tyder dock på att den totala rörelsetiden hade bättre reliabilitet än både ned- och uppfas med ett r^2 värde på 0,681. Vinkelanalysen visade ett väldigt intressant resultat mellan testare där båda rygg- och knäflexion hade relativt hög determinationskoefficient med r^2 värden på 0,835 och 0,937. Bland-Altman plotten mellan testare för ryggflexion visar att 0 ligger på linjen för lower limits of agreement vilket tyder på att ett systematiskt fel existerar mellan testare även för ryggflexion.

Vidare så fann vi signifikanta skillnader gällande validitet mot Vicon®-systemet för lyftparametrarna, med dåligt till bra resultat för fasanalys (ICC varierade mellan 0,305-0,786). Dock visade ICC värdena för ryggvinkel ett negativt värde för båda testarna vilket resulterar i för stor spridning för att kunna beräknas ordentligt. Detta orsakar även att mätfelet inte går att beräknas. Däremot visar resultatet på bra till stark validitet för knäflexion (ICC på 0,840-0,925) med ett SEM värde på gränsen till acceptabelt för gruppnivå och ett MDD värde på (13-20°) vilket gör att det är ett lite för högt värde för analys på individnivå.

Sammanfattningsvis kan vi konkludera att testare 1 och testare 2 var relativt lika i sin bedömning av rörelsetid och knävinklar med lågt SEM och lågt MDD för rörelsefaser. Däremot är MDD värdena för stora gällande vinklar (13-20°) jämfört med Vicon®, för att användas på individnivå.

6.1 Resultatdiskussion

Reliabilitet - Resultatet tyder på en genomsnittligt bra interbedömarreliabilitet med acceptabla mätfel för fastid som inte överstiger vad som sker i praktiken idag och överensstämmer någorlunda med tidigare forskning som gjorts på Kinovea®. Fernández-González et al. (2020) som undersökt interbedömarreliabiliteten av gång med hjälp av Kinovea®, visar på bra interbedömarreliabilitet med ett ICC på 0,85 och väldigt bra interbedömarreliabilitet för fot och knävinkel $>0,90$. Även andra studier som undersökt interbedömarreliabiliteten av Kinovea® visar på bra till väldigt bra samstämmighet, Basilio Pueo et al. (2020), som undersökt vertikala hopp med hjälp av Kinovea® visar på väldigt bra samstämmighet (ICC = $>0,90$) och Puig-Diví



et al. (2019), som undersökt vinklar visar på bra samstämmighet mellan testare ($ICC = >0,80$). En studie av Damsted et al. (2015) som även undersökt intrabedömarreliabiliteten av Kinovea® visar på bra samstämmighet med små mätfel. Intressant att beakta är att skillnaderna mellan testare som iaktogs i denna studie även gick att se i tidigare studier vilket möjligtvis skulle kunna vara något att undersöka närmare i framtiden.

Validitet - Gällande validiteten anses resultaten och mätfelen för fastid och knävinkel vara acceptabla då de inte är sämre än de mätfel som sker i praktiken idag. Dock blir det svårt att utläsa något utifrån ICC och scatterplotent för ryggvinkel då skillnaderna beräknats som stora nog att det inte är relevant att använda Kinovea® för att beräkna ryggvinkel utan justeringar av metod. Bland-Altman plotten tyder på att mätfelet ligger runt $\pm 40^\circ$ för ryggvinkeln vilket gör det oanvändbart i praktiken. Resultatet i denna studie liknar dock till del tidigare studier som undersökt validiteten av Kinovea®; Studien av Basilio Pueo et al. (2020) som undersökt vertikala hopp har väldigt bra samstämmighet med små mätfel mot den gyllene standarden ($ICC >0,90$). Medan Fernández-González et al. (2020) som undersökt gångfasen och vinklar i underkroppen visar på små median skillnader och acceptabla mätfel mot den gyllene standarden (Inget ICC värde).

6.2 Metoddiskussion

Det är oklart vad som ligger bakom skillnaderna i resultatet mellan testarna. En anledning skulle kunna vara att en av deltagarna var särskilt svår att analysera speciellt för vinkelanlys vilket resulterade i större mätfel. Detta antagande styrks av att desto större värden som mättes desto större blev mätfelen där den deltagaren stod för störst värden. Detta skulle i framtiden möjligtvis kunna motverkas genom tydligare markeringar på deltagare samt att testaren lägger längre tid på analysen, alternativt en längre genomgång mellan testare innan analys. Den stora skillnaden som observerades för ryggflexion, skulle möjligtvis kunna bero på skillnader i hur mätning utfördes mellan testare och Vicon®. Testarna har i sin mätning försökt utgå från ryggraden vilket Vicon® med sina markörer är inte kan. Vicon® mäter istället vinkeln i en kurva längs med markörerna som är placerade på hudnivå, vilket resulterar i stora gradskillnader då det är olika utgångspunkter. Det är inte fallet när markörerna är placerade på punkter för knät då markörerna följer vinkeln på kroppen mellan laterala malleolen, femurs trochanter major och bäckenet och på så sätt utgår från benets vinkel. Att Vicon® mäter flexion i ryggen utifrån markörerna placerade på hudnivå är något att tänka på i arbetet att standardisera mätmetoder för ergonomer.

6.3 Styrkor och svagheter

Styrkor i studien är att forskningsledarna har haft samma förutsättningar att nå ett likvärdigt resultat. Båda forskningsledarna har likvärdig teknisk utrustning som stor bildskärm och har använt datormus. Resultatet i studien visar att forskningsledarna har ett likvärdigt resultat gällande fastider och knävinklar. När det gällde att mäta ryggvinklar har dock forskningsledarna sinsemellan goda resultat, men resultatet skiljer sig mellan forskningsledarna och Vicon®. Programvaran Kinovea® har något begränsade möjligheter vilket är både en för- och en nackdel då det är väldigt användarvänligt men vissa funktioner saknades. Framtida studier på Kinovea® har möjligen förmågan att använda nyare och bättre versioner och på så sätt få ännu bättre resultat. Likt tidigare forskning tyder resultat i studien på att olika



observationsmetoder är svåra att mäta mot varandra. I denna studie är det tydligt att forskningsledarna som använde Kinovea® fick ett mer samstämmigt resultat och att Vicon®:s resultat skiljer sig åt gällande ryggvinklar (Takala et al., 2010).

I studien inkluderades endast sju försökspersoner, även om varje person bidrog med 12 olika observationer. En försöksperson bidrog även med avvikande värden som enskilt gör att mätfelen blev större. Det faktum att en individ bidrog med avvikande värden i en relativt liten population, gör att liknande studier i framtiden bör utökas med fler individer. Andra svagheter i studien är att studien i stor del utgick från Vicons® markörer. Vissa markörer var inte väl synliga utan saknade kontraster för båda forskningsledare när de skulle mäta i Kinovea®. För knävinklarna kunde forskningsledarna ta sikte på och använda markörerna på försökspersonerna som riktmärken. Detta växlade i svårighetsgrad från person till person, vilket gjorde det svårare att mäta på vissa deltagare och ökade osäkerheten i resultatet.

6.4 Vad betyder detta för ergonomer

Resultatet i denna studie skulle kunna öppna upp nya möjligheter. I tidigare och nutida arbetssätt arbetar ergonomer främst med arbetsplatsbesök och olika bedömningsinstrument efter vad de ska bedöma (Yang et al., 2017). Om ergonomen har möjlighet att använda Kinovea® som ett komplement till arbetsplatsbesök och andra bedömningsinstrument, så kan ergonomen bedöma de objektiva och subjektiva bedömningarna som tidigare har inhämtats på arbetsplatsbesök genom en film som ergonomen kan analysera i Kinovea®. Detta öppnar möjligheter att arbetsplatsbedömningar kan filmas av en annan person än ergonomen och sedan kan ergonomen göra analysen på sitt kontor. Denna tekniska möjlighet möjliggör att ergonomer kan göra arbetsmomentbedömningar där det är svårt för ergonomen att närvara rent fysiskt. Detta genom att arbetstagaren riggar upp en mobilkamera som filmar arbetsmomentet som ergonomen sedan kan analysera i Kinovea® och då har möjlighet att göra en arbetsmomentsbedömning till en större riskanalysrapport. En av de positiva sakerna med Kinovea® är att ergonomen har möjlighet att pausa i ett eller flera arbetsmoment och spara punkter i rörelsen för att lätt kunna gå fram och tillbaka i rörelsen för att inte missa något. Det går även att använda bra linjalfunktioner som inte blir lika subjektiva genom skalenliga mätningar så länge du har minst ett garanterat mått. Att göra bedömningar och analyser från ett rörligt material i ett användarvänligt rörelseanalysprogram som Kinovea® ökar möjligheten till en bra, modern och underbyggd analys. Att det finns begränsade funktioner i programvaran Kinovea® skulle även kunna vara positivt eftersom det då är lättare för ergonomen att lära sig programmet snabbare och arbeta mer direkt vid arbetsmoments bedömningar. För praktiskt användande var Kinovea® enkelt att använda med liknande resultat mellan forskningsledarna. Det kan också vara intressant att undersöka om resultatet förblir relativt likvärdigt eller om det kommer att förbättras av två ergonomer som arbetar tillsammans i sin bedömning. Detta skulle kunna ge en indikation om en bedömning med hjälp av Kinovea® kan användas över tid för att göra uppföljningar av fler än en ergonom som har samma vana att göra rörelseanalysbedömningar.

6.5 Slutsatser

Interbedömarreliabiliteten och validiteten för Kinovea® är acceptabel för fastid och knäflexion vilket kan vara användbart i analysprocessen för ergonomer på gruppnivå.



**Karolinska
Institutet**

Rörelseanalysprogrammet Kinovea® fungerar möjligtvis bra som ett screeningverktyg och kan vara ett steg på vägen till bättre analyser för ergonomer ute på arbetsplatser. Studien visar att bättre och mer standardiserade metoder behövs, speciellt för analys av ryggvinkel samt på individnivå och fortsatt forskning rekommenderas. Det skulle vara bra i vidare forskning att även studera hur ryggvinkeln bäst mäts när programmet Kinovea® ska användas. Det skulle även vara intressant och utforska om ett par eller flera ergonomer kan använda programvaran i sitt dagliga arbete. Detta för att se om resultatet från första bedömningen skulle kunna användas över tid för att jämföra tidigare bedömningar med nya bedömningar, för att se om det ger ett tillförlitligt resultat.



- Damsted, C., Nielsen, R. O., & Larsen, L.H. (2015) Reliability of video-based quantification of the knee- and hip angle at foot strike during running. *Int J Sports Phys Ther.* 10(2):147-54.
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55(3), 190–199.
<https://doi.org/10.1093/occmed/kqi082>
- Dempster W.T (1955) *Space requirements of the seated operator*. Wright-Patterson Air Force Base. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/087892.pdf>
- Fernández-González P., Koutsou, A., Cuesta-Gómez A., Carratalá-Tejada M., Miangolarra-Page J. C., & Molina-Rueda F. Reliability of Kinovea® Software and Agreement with a Three-Dimensional Motion System for Gait Analysis in Healthy Subjects. *Sensors (Basel)*. 20(11), 3154, [doi: 10.3390/s20113154](https://doi.org/10.3390/s20113154).
- Grooten, W., & Johansson, E. (2018). *Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Scoping Review*. Karolinska Institutet. <https://doi.org/10.12804/REVISTAS.UROSARIO.EDU.CO/REVSALUD/A.6840>
- Karltun, A., Karltun, J., Berglund, M., & Eklund, J. (2017). HTO – A complementary ergonomics approach. *Applied Ergonomics*, 59, 182–190.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.08.024>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016) A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.* 15(2), 155–163.
- Lind C. M., Forsman M., & Rose L. M. (2020) Development and evaluation of RAMP II - a practitioner's tool for assessing musculoskeletal disorder risk factors in industrial manual handling. *Ergonomics*. 63(4), 477-504. [doi: 10.1080/00140139.2019.1710576](https://doi.org/10.1080/00140139.2019.1710576).
- Medicinska kontroller i arbetslivet foreskrifter* (AFS 2005:6). Arbetsmiljöverket.
<https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/medicinska-kontroller-i-arbetslivet-foreskrifter-afs2005-6.pdf>
- Mukaka, M. M. (2012). A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J.* 24(3), 69–71.
- Petersen, C. B., Eriksen, L., Tolstrup, J. S., Søgaard, K., Grønbaek, M., & Holtermann, A. (2012) Occupational heavy lifting and risk of ischemic heart disease and all-cause



mortality | *BMC Public Health*, Artikel 1070 (2012). doi: 10.1186/1471-2458-12-1070.

- Peterson, N. E., Sirard, J. R., Kulbok, P. A., DeBoer, M. D., & Erickson, J. M. (2015). Validation of Accelerometer Thresholds and Inclinometry for Measurement of Sedentary Behavior in Young Adult University Students. *Research in Nursing & Health*, 38(6), 492–499. <https://doi.org/10.1002/nur.21694>
- Pueo, B., Penichet-Tomas, A., & Jimenez-Olmedo, J. M. (2020). Validity, reliability and usefulness of smartphone and kinovea motion analysis software for direct measurement of vertical jump height. *Physiology & Behavior*, 227, <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.113144>
- Puig-Diví, A., Escalona-Marfil, C., Padullés-Riu, J. M., Busquets, A., Padullés-Chando, X., & Marcos-Ruiz, D. (2019). Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives. *PloS One*, 14(6), e0216448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216448>
- Försäkringskassan (2020). *Socialförsäkringen i siffror 2019*. Försäkringskassan. <https://www.forsakringskassan.se/wps/wcm/connect/02d14692-594c-4218-91bf-9362644d9235/socialforsakringen-i-siffror-2019.pdf?MOD=AJPERES&CVID=>
- Statens beredning för medicinsk utvärdering [SBU] (2012). *Arbetsmiljöns betydelse för uppkomst av besvär och sjukdomar. Nacken och övre rörelseapparaten*. (Rapport Nr: 210). Elanders. https://www.sbu.se/contentassets/cc0b2ba68955487d900001fd95c75bd4/arbets_betydelse_nacke.pdf
- Statens beredning för medicinsk utvärdering [SBU] (2014). *Arbetsmiljöns betydelse för ryggproblem: En systematisk litteraturöversikt*. Statens beredning för medicinsk utvärdering. https://www.sbu.se/contentassets/203cb1a9451f4df8babda4e2c75833f8/arbetsmiljo_rygg_2014.pdf
- Systematiskt arbetsmiljöarbete. (AFS 2001:1). Arbetsmiljöverket. <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/systematiskt-arbetsmiljoarbete-foreskrifter-afs2001-1.pdf>



**Karolinska
Institutet**

- Takala, E.-P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.-Å., Mathiassen, S. E., Neumann, W. P., Sjøgaard, G., Veiersted, K. B., Westgaard, R. H., & Winkel, J. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 36(1), 3–24.
<https://doi.org/10.5271/sjweh.2876>
- Tsushima, H., Morris, M. E., & McGinley, J. (2003) Test-retest reliability and inter-tester reliability of kinematic data from a three-dimensional gait analysis system. *J Jpn Phys Ther Assoc*, 6(1), 9–17, doi: 10.1298/jjpta.6.9.
- Vicon Motion Systems Limited. (2018). *Plug-in Gait Reference Guide*.
<https://usermanual.wiki/Document/Plugin20Gait20Reference20Guide.754359891>
- Yang, L., Grooten, W. J. A., & Forsman, M. (2017). An iPhone application for upper arm posture and movement measurements. *Applied Ergonomics*, 65, 492–500.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.012>