



**Linnéuniversitetet**

Kalmar Växjö

Examensarbete

Förekommer det förändringar i  
vergensfunktion i samband med post-covid  
diagnos?

En Pilotstudie



**Författare:** Edwin Nordh Oskarsson  
och Tony Huy Dinh

**Handledare:** Karin Lennartsson

**Examinator:** Peter Lewis

**Lärosäte:** Linnéuniversitetet

**Termin:** VT23

**Ämne:** Optometri

**Nivå:** Grundnivå



## Sammanfattning

**Syfte:** Syftet med studien är att jämföra vergenser, forier och konvergensnärpunkt (KNP) mellan deltagare diagnosticerade med post-covid samt en kontrollgrupp av deltagare utan post-covid diagnos.

**Metod:** Studien innefattade 10 patienter diagnosticerade med post-covid samt 10 patienter utan post-covid diagnos, samtliga i Linköping hos Optiker Almå. Alla deltagare fick genomgå en synundersökning inledningsvis och blev tillfrågade om att delta i studien. Initialt uppmättes deltagarnas forier med Schober's test. Sedan blev patienterna undersökta på konvergensnärpunkt med hjälp av en RAF-stav, samt prismastav för att mäta vergensförmågan.

**Resultat:** Medelvärdet för vergenserna på avstånd med Bas IN (negativa vergenser) var 7,0 prd för post-covid gruppen, kontrollgruppen hade ett medelvärde på 12,2 prd i motsvarande mätning. Vid Bas UT (positiva vergenser) på avstånd hade post-covid gruppen ett medelvärde på 13,4 prd i jämförelse med 19,3 prd för kontrollgruppen. På 40 cm hade post-covid gruppen ett medelvärde på 13,5 prd för negativa vergenser, kontrollgruppens medelvärde var vid samma mätning 21,6 prd. För positiva vergenser på 40 cm var medelvärdena 17,6 prd för gruppen med post-covid och 27,2 prd för kontrollgruppen. Hela åtta deltagare med post-covid hade en avlägsen konvergenspunkt. I kontrollgruppen hade enbart två deltagare en avlägsen konvergenspunkt.

**Slutsats:** Personer med post-covid har nedsatta vergenser i jämförelse med en kontrollgrupp utan post-covid diagnos, där de positiva vergenserna är nedsatt i något större utsträckning. En nedsatt konvergensförmåga är också förekommande i samband med post-covid. Ingen skillnad i storleken på forier förekom, även om post-covid gruppen uppvisade forier i större utsträckning jämfört med kontrollgruppen.



## Abstract

The purpose of the study is to compare vergences, phorias and the near point of convergence (NPC) between participants diagnosed with post-covid and a controlgroup of participants without a post-covid diagnosis.

The study consisted of 10 patients diagnosed with post-covid and 10 patients without post-covid diagnosis, each one in Linköping at Optiker Almå.

Initially every participant got to go through an eye examination and then asked to participate in the study. Initially the patient's phorias were measured with Schober-test. The patients afterwards got examined in their convergence-ability with the help of a RAF-rod, and a prism bar to measure the vergence-ability.

The results showed that people diagnosed with post-covid had reduced fusional vergences compared to a healthy controlgroup. The fusional vergences for base-out were slightly more impaired than those for base-in. From the group consisting of participants with post-covid, eight patients had a deviant near point of convergence (NPC), whereas only two patients had a deviant NPC.

The conclusion of the study is that a diagnosis with post-covid impacts fusional vergence. Base-out measurements were specifically more deviant. An impaired ability to converge was also shown in the study for patients with a post-covid diagnosis. The post-covid group showed more participants with phorias but there was no difference in the size of the phorias between the two groups.



## Nyckelord

Vergens, konvergens, divergens, binokulärseende, covid-19, fori, konvergensnärpunkt, post-covid

## Tack

Vi skulle vilja rikta ett stort tack till Therese Westerlund och Optiker Almå i Linköping för all hjälp, samt för möjligheten att få utföra vår studie där. Vi tackar även studiens deltagare för ett gott samarbete.

Ett stort tack riktas även till vår handledare Karin Lennartsson för allt stöd och alla tips under arbetets gång. Vi vill även tacka Bertil Sterner för ytterligare tips och råd.



## **Innehållsförteckning**

<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
1.1 Binokulärseende	1
1.2 Motorsystemet - extraokulära muskler	3
1.3 Ackommodation	3
1.4 Vergenser	4
1.4.1 Vergensmätning	5
1.5 Forier	6
1.5.1 Forimätning	8
1.6 Konvergensnärpunkt	9
1.7 Covid-19	10
<b>2. Syfte</b>	<b>13</b>
<b>3. Metod</b>	<b>14</b>
3.1 Material	14
3.2 Deltagare	14
3.3 Etiska överväganden	15
3.4 Genomförande	15
<b>4. Resultat</b>	<b>18</b>
<b>5. Diskussion</b>	<b>23</b>
5.1 Slutsats	27
<b>6. Referenslista</b>	<b>28</b>
<b>Bilagor</b>	
1. Bilaga 1. Samtyckesblankett	



## 1. Inledning

### 1.1 Binokulärseende

För att få en enkel visuell bild från båda ögonen samtidigt så krävs ett fullt fungerande binokulärseende, då spelar fixationen av ett objekt en viktig del. Fixation uppnås när de båda ögonens synaxlar riktar in sig mot ett och samma objekt. Systemet som gör att tillståndet uppnås kallas för motorsystemet. Bilden av ett objekt som fixationen riktar sig mot måste falla på fovea i ögonbotten för att få skärpa. Därefter måste även ögonens synaxlar ställas in på ett korrekt sätt så att båda intrycken från vardera öga kan slås ihop till en bild, vilket i sin tur ligger till grund för den binokulära synförmågan (Von Noorden & Campos 2002)

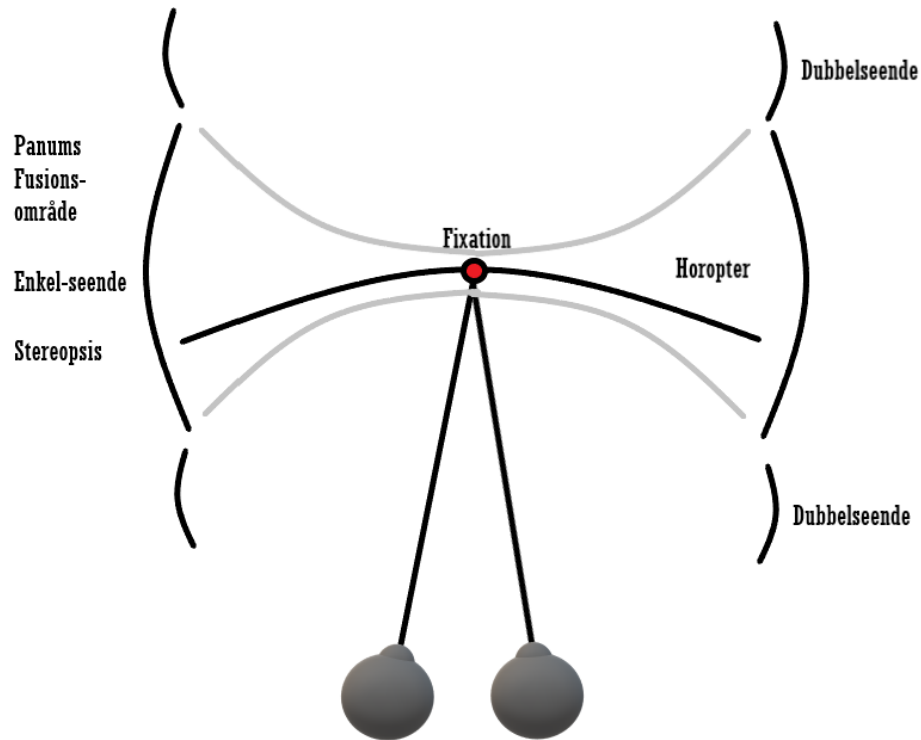
Det sensoriska systemet samarbetar samtidigt med motorsystemet och det är den sensoriska delen som har i uppgift att smälta ihop de två bilderna från vardera öga, vilket kallas för fusion, efter att motorsystemet har ställt in fixation på objektet. Sensoriska systemet har även som uppgift att upptäcka riktningen på objektet som ögat ser, så hjärnan kan ta upp informationen för att bedöma avståndet (Benjamin 2006, s. 145).

Området inom gränsen för enkelt seende kallas för Panums område. Panums område kan beskrivas som det område på näthinnan där ögat kan se enkelt vid infallande ljus av ett objekt. Då stimuleras en punkt på näthinnan, alltså ett toleransområde för enkelseende (Benjamin 2006, s. 157).

Förutsättningen för att fusion ska uppnås är att bilderna från båda ögonen inte faller på allt för olika platser i näthinnan, de korresponderande näthinnepunkterna ska stimuleras. Bli skillnaden mellan bilderna på näthinnan för stor fås istället dubbelseende. Objekt som avbildas innanför



Panums område kommer att uppfattas som enkla, se figur 1 (Ponce & Born 2008).



**Figur 1.** Figuren beskriver inom vilka gränser fusionen räcker till, där enkelt seende och stereopsis kan uppnås. Områdena utanför Panums fusionsområde upplevs som dubbelt med synen.

Panums område bygger i själva verket på olika mängder av intryck från de båda ögonen. Vid fixation på ett icke-transparent objekt som är placerat mitt framför höger öga så skulle ett likadant objekt kunna vara placerat bakom det första objektet utan att vara synligt för höger öga. Vänster öga hade däremot kunnat uppfatta båda dessa objekt eftersom de för det vänstra ögat inte är i linje med varandra. Detta resulterar i ett intryck för de högra ögat och två för det vänstra, vilket ger ett djup i bilden (Shi, He, Deng & Li 2023).



Binokulärseendet är en viktig del av seendet som hjälper till att förstärka synens monokulära förmåga. Sammansmältningen av intrycken från båda ögonen utgör grunden till stereoseendet, eller djupseende. Djupseendet ser till att hjärnan kan uppfatta var föremål befinner sig. Ett exempel på när detta kan vara av stor vikt är vid fyllning av vatten korrekt i ett glas (Benjamin 2006, s. 145).

## 1.2 Motorsystemet - extraokulära muskler

Musklerna utanför ögat kallas för extraokulära muskler som hjälper till att koordinera önskade rörelser. (Remington 2012, s. 1). Det finns sex stycken olika extraokulära muskler som alla är bidragande till att ögat kan röra sig i många olika riktningar. De olika musklerna heter mediala rectus, laterala rectus, superior rectus, inferior rectus, superior oblique och inferior oblique, som har sin egen roll för separata riktningar av rörelser (Von Noorden & Campos 2002, ss. 38-39).

## 1.3 Ackommodation

Utöver musklerna som finns utanför ögat så finns det även muskler inuti ögongloben. En av dessa muskler kallas för ciliarkroppen och har i uppgift att producera och utsöndra kammarvatten samt åstadkomma ackommodation (Remington 2012, s. 53).

För att kunna bibehålla samma fokus på flertalet olika avstånd så måste kristallina linsens brytkraft kunna förändras. Vid förflyttning av blicken till ett objekt på kortare avstånd måste linsens brytstyrka ökas, vilket benämns som ackommodation. Genom att ciliarkroppen kontraherar sig så slappnas zonulatrådarna av, dessa är fästa på linsen vilket medför att linsen blir mer



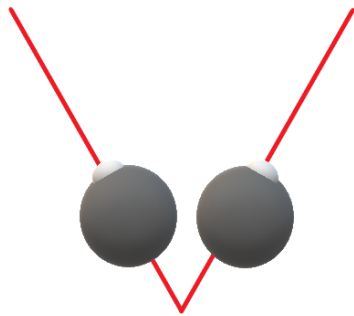
sfäriskt formad, därav blir också linsen tjockare. En tjockare lins leder till mer plusstyrka vilket ger bättre fokus på nära håll (Remington 2012, s. 53).

Hur ögat aktiverar ackommodationsförmågan är av konsekvens när näthinnan inte får tillräckligt med skärpa (Von Noorden & Campos 2002, s 86).

Tvärt emot när ciliarkroppen är avslappnad så spänns zonulatrådarna åt vilket skapar en flackare lins och därmed fås bättre fokus på avstånd (Remington 2012, s. 53).

## 1.4 Vergenser

En simultan rörelse av båda ögonen i motsatt riktning kallas för vergenser. Vergenser kan förekomma i två olika varianter. När ögonen går i åtskiljande riktning i förhållande till varandra nasalt så framkallas konvergens. Tvärt emot när ögonen går i åtskiljande riktning men temporalt så fås divergens, se figur 2 (Remington 2012, s 185).



**Figur 2.** Bilden visar hur synaxlarna ställer sig vid divergens.

Det finns fyra olika typer av vergenser och de delas in i tonisk-, ackommodativ-, fusional- och proximal vergens (Benjamin 2006, s. 163).



*Tonisk vergens* kan beskrivas som förändringen av ögonens position ifrån grundpositionen, alltså positionen som ögonen intar när de saknar återkoppling (Benjamin 2006, s. 163).

*Ackommodativ vergens* ger mer konvergens av ett närliggande objekt, och tar samtidigt hänsyn till om objekten är ofokuserat (Benjamin 2006, s. 163).

*Proximal vergens* ger mer konvergens när ögonen är medvetna om ett närliggande objekt och tar då inte hänsyn till skärpan på objektet (Fogt 2020)

*Fusionsvergens* är den vergens som gör att fusion skapas. Fusionsvergens stimuleras när infallande bild av ett objekt mot näthinnan inte träffar för långt ifrån fovea. Stimulation leder till att synaxlarna finjusteras för att rätta till placeringen (Ming-Leung Ma, Kang, Scheiman, Chen, Ye, Chen, X. 2022).

## 1.4.1 Vergensmätning

Uppmätningen av vergenser kan genomföras med såväl Risley prismor som en prismastav. Den främsta skillnaden mellan mätmetoderna är att mätningen med Risley prismor sker i foropter, vilket inte används vid mätning med prismastav. Vid mätning med prismastav så hålls staven upp framför ett av ögonen med prismorna i horisontell riktning (Bas In eller Bas Ut). Med prismastaven framför ett av ögonen så ökas sedan prismastyrkan tills dess att testpersonen upplever ihållande diplopi, vilket refereras som brytpunkt. Därefter minskas prismastyrkan igen tills dess att testpersonen når återgångspunkten, där enkelseende uppstår (Elliott 2007, ss.181-182).

Vid mätning med Risley prismor används istället för prismastaven en foropter. Risley prisman placeras framför båda ögonen med ett nollvärde som utgångspunkt. Prismastyrkan ökas framför båda ögonen med en hastighet av ca 2-3 prismadioptrier per sekund tills dess att en ihållande suddighet uppstår, vilket refereras som dimpunkt. Därefter framtas brytpunkt respektive återgångspunkt med samma metodik som för prismastaven (Elliott 2007, ss. 181-182).



Vid mätning av fusionsvergenser på 40 centimeter är mätproceduren snarlik. Istället för en syntavla på avstånd så ersätts fixationsobjektet med en mindre tavla med en vertikal rad av optotyper på 40 cm avstånd. I vissa fall kan en mindre lampa ovanför patienten behövas för att öka belysningen på närtavlan. Vid mätning av negativa vergenser på nära håll förväntas en dimpunkt till skillnad från avståndsmätning (Benjamin 2006, s. 911).

Samtliga förväntade värden för vergenser skrivs som

Dimpunkt/Brytpunkt/Återgångspunkt samt anges i enheten prismadioptrier.

Förväntade värden för negativa vergenser på avstånd är följande:  $x/7\pm 2/4\pm 1$ .

Förväntade värden för positiva vergenser på avstånd är följande:

$9\pm 2/19\pm 4/10\pm 2$  (Benjamin 2006, s. 910).

Förväntade värden för negativa vergenser på nära håll är följande:

$13\pm 2/21\pm 2/13\pm 3$ . Förväntade värden för positiva vergenser på nära håll är följande:  $17\pm 3/21\pm 3/11\pm 4$  (Benjamin 2006, s. 911).

Vid användandet av Bas In prisma kommer divergens att stimuleras hos testpersonen, då uppmäts de negativa fusionsvergenserna (NFV). Tvärtom, kommer de positiva fusionsvergenserna (PFV) att uppmätas vid stimulans av konvergens med Bas Ut prisma (Elliott 2007, s. 180).

## 1.5 Forier

Det är inte alltid ögonen klarar av att hålla sina synaxlar korrekt inställda.

Tillståndet uppkommer när en eller båda synaxlar tappar fixation vilket bryter fusionen, något som benämns som forier (heterofori). De två förekommande typerna av horisontella forier är esofori och exofori

(Benjamin 2006, s. 185). De vertikala typerna av forier är hyperfori och hypofori.

Esofori är när ögonen synaxlar riktar in nasalt. Exofori är när

ögonens synaxlar riktar ut temporalt. Hyperfori är när en av ögonens synaxlar riktar upp superiort i jämförelse med det andra ögat. Hypofori är när en av



# Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

ögonens synaxlar riktar ner inferiort i jämförelse med det andra ögat (Von Noorden & Campos 2002, s. 129).

Heteroforier är en av två typer av skelningar i ögonen. Tillståndet benämns som en latent anomali. Den andra typen kallas för heterotropi vilket benämns som en manifest anomali. När ingen av de två tillstånden är närvarande benämns ögonens tillstånd med ortofori. Ortofori är inget normalt tillstånd då större delen av en befolkning har någon typ av anomali, oavsett storlek och riktning. Heteroforier kan vara symptomfria och därmed klassas som kliniskt insignifikant. Vid blickriktning på längre håll är en esofori på 1-2 prismadioptrier normalt, respektive en exofori på 1-4 prismadioptrier (Von Noorden & Campos 2002, ss. 127, 129).

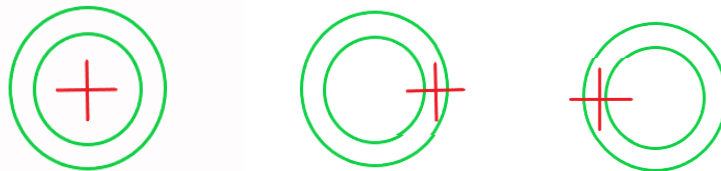
Heteroforier kan som tidigare nämnt vara symptomfria men i vissa fall där motorsystemet och sensoriska systemet inte kan behålla fusionen så kan symptom märkas. De båda systemen har då svårt att kompensera för heteroforiernas storlek och riktning. Vanliga förekommande symptom är astenopiska besvär, exempelvis ögontrötthet och huvudvärk. Vid närarbete ansträngs ögonen mer vilket ofta leder till större problem gällande astenopi. På avstånd tenderar symptomen att minskas men kan förvärras vid för mycket visuellt stimuli, som för bilar och andra objekt med snabba rörelser (Von Noorden & Campos 2002, ss. 153-154).

I en studie från 2019 testades 50 studenter mellan 19-35 år i hur deras binokulära funktioner förändrades i samband med datorspelande. Studenterna satt framför datorn i fyra timmar och fick genomgå diverse mätningar innan och efter. Efter testet kunde en utmattning i både forier och konvergensnärlpunkt ses. Medelvärden för mängden exofori ökade och deltagarna fick en mer avlägsen konvergensnärlpunkt (Lee, Cho, Moon, Kim & Yu, 2019).



## 1.5.1 Forimätning

För att upptäcka om en patient har en heterofori eller en heterotropi så utförs ett test som kallas för cover-test, testet kan ses som en guldstandard för bedömning av forier. Metoden är ett objektivt test som gör det enkelt att fastställa en avvikelse. Cover-test kan däremot inte bestämma värdet på en heterofori eller heterotropi (Elliott 2007, s. 2). Då kan heteroforier mätas genom Schober-testet som är subjektivt. Testet utgår från patientens refraktion i en automatisk foropter där patienten ser på en syntavla med Schober-metoden. Framför höger öga placeras ett rött filter och framför vänster öga placeras ett grönt filter. Patienten ska kunna se två gröna cirklar, en större och en mindre inuti den större cirkeln och ett rött kors i mitten binokulärt, se figur 3. När vänster öga är ockluderat ska patienten enbart se det röda korset och tvärt emot när höger öga är ockluderat ska enbart de gröna cirklarna synas (NIDEK 2012, s. 110).



**Figur 3.** a) Ortofori      b) Esofori      c) Exofori

Figur 3 a) visar hur en patient upplever schobertavlan med ingen fori. b) visar hur en patient upplever schobertavlan med en esofori där korset är förskjutet åt höger. c) Korset är förskjutet åt vänster för en patient med exofori. För samtliga av bilderna i figur 3 ses det röda krysset med höger öga och de gröna ringarna med vänster öga.



Patienten instrueras att titta genom foroftern på schobertavlan och blir tillfrågad vad som kan ses. Kan patienten se de två gröna koncentriska cirklarna och ett rött kors kan testet utföras. Därefter tillfrågas patienten om det röda korset är centrerat inuti cirklarna eller om det är förskjutet åt något håll. Ser patienten korset centrerat inuti cirklarna så blir resultatet ortofori. Om patienten ser korset förskjutet åt höger så blir resultatet esofoeri, se figur 3 b). För att korrigera detta tilläggs Bas UT prisma tills patienten ser korset centrerat. Värdet som fås är värdet på patientens esofoeri. Tvärtemot om korset är förskjutet åt vänster så blir resultatet exofori, se figur 3 c). Här tillägg istället Bas IN prisma tills patienten ser korset centererat och värdet som fås är exoforins storlek (NIDEK 2012, s. 111).

## 1.6 Konvergensnärpunkt

Ögats maximala förmåga att konvergera till ett fixationsobjekt på kortare avstånd benämns konvergensnärpunkt (KNP). Konvergensnärpunkten kan uppkomma av två olika faktorer, antingen när testpersonen uppger fixationsobjektet som dubbelt alternativt att personen förlorar fixationen med ena ögat och därmed bryter fusionen (Mestre, Bedell, Diaz-Doutòn, Pujol & Gautier 2021).

Konvergensnärpunkt testet bör utföras med ett fixationsobjekt som inte stimulerar ackommodativ konvergens. Detta kan uppnås med antingen en penlight eller RAF-stav. En förutsättning för tillförlitliga resultat är att testet genomförs i god belysning. Ett fixationsobjekt som stimulerar ackommodation kommer att ge en konvergensnärpunkt som är närmare än den egentliga konvergensnärpunkten eftersom ackommodation bidrar med mer konvergens (ackommodativ konvergens) (Benjamin 2006, s. 395).

Patienten bör bära full korrektion för nära håll. Testet utgår från ett avstånd om ungefär 50 cm från testpersonens ögon, där RAF-staven placeras med



fixationsobjektet på en höjd i nivå med ögonen. Fixationsobjektet skjuts sedan i en jämn hastighet på 5 cm/s mot testpersonens ögon samtidigt som patienten ombeds att behålla fixationen på objektet, tills dess att han eller hon upplever dubbelseende (Benjamin 2006, s. 395).

Vid uppmätning av konvergensnärpunkten kan värdet för två olika punkter journalföras, punkten där diplopi uppstår samt den punkt där testpersonen återigen uppfattar fixationsobjektet som enkelt. Likt de värden som framtas vid mätningen av fusionsvergenser kan även konvergensnärpunktens värden benämnas som bryt- respektive återgångspunkt. Normalvärden för bryt- respektive återgångspunkt varierar kraftigt mellan olika litteraturer. Ett normalvärde för brytpunkten anses vara  $< 6$  cm, för återgångspunkten anses ett avstånd på  $< 10$  cm vara kliniskt insignifikant (Adler, Cregg, Viollier & Woodhouse, 2007).

Som undersökare är det under testets gång viktigt att observera testpersonens ögon för att se om konvergens skulle förloras, detta är ett tecken på att fixationen har brytits. Testpersonen bör vara medveten om att enbart uppges när fixationsobjektet är dubbelt, dimsyn är vanligt förekommande men bör ej rapporteras (Elliott 2007, s. 189).

## 1.7 Covid-19

I december 2019 kom de första rapporterna om fall av ett nytt virus, dessa från den kinesiska staden Wuhan. World Health Organization (WHO) kom sedermera att ge sjukdomen namnet Covid-19, en förkortning som i själva verket står för coronavirus disease of 2019 (Chilamakuri & Agarwal, 2021).

Vanliga symtom vid en infektion av Covid-19 är hosta, andningssvårigheter, feber, trötthet samt smak- och luktbortfall. Hos majoriteten av de som får Covid-19 försvinner symtomen vid tillfrisknandet. Vissa av de som drabbas



# Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

kan dock uppleva symtom mer än tre månader efter ett negativt testresultat.

Om en alternativ diagnos inte kan förklara varför symtomen kvarstår definieras tillståndet som post-covid (Suvvari, Kutikuppala, Tsagkaris, Corriero & Kandi, 2021).

Personer som drabbats av post-covid kan ha en stor variation i såväl antalet symtom som dess svårighetsgrad. Utöver mer vanligt förekommande symtom på Covid-19 som t.ex. andningssvårigheter och trötthet så kan bröstsmärtor, hjärtklappning, muskelvärk, försämrad balans och minnes- samt koncentrationssvårigheter förekomma hos personer som lider av post-covid (Raveendran, Jayadevan & Sashidharan, 2021).

Post-covid kan drabba alla men är som mest förekommande hos personer i åldrarna mellan 36-50 år. De flesta av de som drabbas av post-covid är personer som inte vårdats på sjukhus under sin pågående Covid-19 infektion. En anledning till detta tros vara att andelen personer som har behov av sjukhusvård är betydligt färre (Davis, McCorkell, Moore Vogel & Topol 2023).

Förekomsten av antalet fall av post-covid idag är svårt att veta då inrapporteringen av antalet konstaterade fall av covid-19 varit bristfällig från vissa delar av världen, därmed tros ett stort mörkertal finnas. Från April 2020 fram till Mars 2021 genomfördes en studie där 20,000 personer med Covid-19 testades för sina symtom. Av dessa personer hade 13,7% symtom kvar även efter 12 veckor, hur allvarliga dessa symtom var framgår däremot inte (Seifart, 2023).

År 2020 genomfördes en studie på 1733 personer för att undersöka långtidseffekterna av Covid-19. Deltagarna undersöktes 6 månader efter att de insjuknat i Covid-19. Resultatet visade att de vanligaste symtomen efter dessa 6 månader var muskelsvaghet, trötthet/utmattning, sömnproblem samt ångest och depression (Huang et al., 2021).



# Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

Hos personer som blivit akut sjuka i Covid-19 har rehabiliteringen visat sig vara lång. Vissa personer som drabbats har visat sig behöva upp till 2 års tid efter insjuknande innan de har kunnat återgå till att igen kunna börja arbeta fullt ut. Symptomen som håller tillbaka dessa personer är trötthet, muskuloskeletal smärta, bristfällig sömn samt psykologisk stress (Akbarialiabad et al., 2021).

Ögat anses vara en förlängning av hjärnan då synnerven kopplar samman dessa två. På grund av denna sammankoppling skulle olika hjärntillstånd kunna ha en direkt påverkan på ögonen. Hjärntrötthet kan tillsammans med diverse känslomässiga upplevelser påverka ögat, hjärnan och kärlsystemet genom att en frisättning av stresshormon samt att en obalans i det autonoma nervsystemet uppstår. Då synen och känslornas olika neurala kretsar är överlappande kan en påverkan på synen fås (Sabel, Wang, Cárdenas-Morales, Faiq & Heim, 2018).

Det förekommer inga studier (som kunde hittas) som undersökt hur vergenssystemet påverkas av post-covid. Hur post-covid påverkar ögonen är därmed relativt okänt. Fynd som förlust av små corneala nervfibrer, förändrad pupillär ljusrespons, retinala blödningar samt retinal venocklusion har däremot konstaterats hos personer med post-covid (Davis, McCorkell, Moore Vogel & Topol, 2023).



## 2. Syfte

Syftet med studien är att jämföra vergenser, forier och konvergensnärlpunkt (KNP) mellan deltagare diagnosticerade med post-covid samt en kontrollgrupp av deltagare utan post-covid diagnos.



## 3. Metod

### 3.1 Material

Materialet som användes under studien var en prismastav för att mäta deltagarnas fusionsvergenser samt en RAF-stav för att mäta konvergensnärlpunkten. Vid mätningen av deltagarnas forier användes en digital forofter med tillhörande syntavla. Under mätningarna av fusionsvergenser och konvergensnärlpunkt användes en provbåge med tillhörande provglas.

### 3.2 Deltagare

Deltagarna i studien rekryterades bland de patienter som kom på undersökning hos Optiker Almå i Linköping. Samtliga patienter som diagnostiserats med post-covid tillfrågades deltagande. Kontrollgruppen bestod av patienter med inbokad tid för synundersökning, dessa patienter matchades i största möjliga grad post-covid gruppen gällande kön och ålder. Tjugo personer deltog i studien: 10 personer som diagnostiserats med post-covid samt 10 personer utan post-covid diagnos.

Vid urvalet av antalet patienter som kom med anledning av synundersökning återfanns två exklusionskriterier. Deltagarna valdes bort från studien om tidigare konstaterade samsynsproblem förekom, t.ex. vid konvergensinsufficiens, divergens excess etc. Ytterligare kriterium var att deltagarna skulle uppnå en visus på minst 0,8 med full korrektion på båda ögonen. Samtliga deltagare i studien har godkänt sin medverkan och dess behandling av personuppgifter.



## 3.3 Etiska överväganden

Deltagandet i studien var helt frivilligt och deltagarna kunde närsomhelst dra tillbaka sitt deltagande. Samtyckesblanketten baserades på Etikkommittén Sydost mall och en självgranskning genomfördes med hjälp av deras ansökningsblankett. Inga känsliga personuppgifter som etniskt ursprung, politisk åsikt etc. samlades in. Deltagarnas mätvärden för vergenser, forier samt KNP kan klassas som hälsouppgifter men dessa var omöjliga för utomstående att koppla ihop med tillhörande deltagare.

## 3.4 Genomförande

Samtliga mätningar genomfördes av författarna hos Optiker Almå i Linköping för att möjliggöra tillgången till post-covid patienter. Studiens design kan liknas vid en tvärsnittsstudie. Samtliga mätningar utfördes parallellt på två olika grupper av deltagare, en grupp bestående av personer diagnosticerade med post-covid samt en kontrollgrupp med personer utan post-covid. Deltagarna fick genomgå ett muntligt samtycke innan mätningarna utfördes. Till sist ombads deltagarna att skriva under en samtyckesblankett för att medge sitt deltagande i studien, i blanketten fanns även information angående studiens författare och syftet med studien (se bilaga 1).

Uppmätningen av forierna genomfördes med metoden Schober's test, genom att placera en digital foropter framför ögonen på deltagarna. Under mättillfället fick deltagarna titta på en syntavla innehållandes två ringar med ett plustecken i mitten. Deltagarna såg ringarna med vänster öga och plustecknet med höger öga. Syntavlan återfanns på ett avstånd om 6 meter. Deltagarna fick först frågan om de kunde lokalisera samtliga symboler på



# Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

syntavlan, om så var fallet blev de även tillfrågade om plustecknet var centrerat i ringarna eller förskjutet åt något håll.

Baserat på deltagarnas svar på ovanstående fråga så lades en prismstyrka till i foroptern för att flytta plustecknet. Mätningen upphörde när deltagarna uppgav plustecknet som centrerat. Slutliga värdet noterades sedan som mängden prisma samt i vilken riktning. Mätningen av forierna genomfördes mellan refraktionen och subjektiv kontroll i provbåge. Vid samtliga mätningar av forier, vergenser samt konvergensnärlpunkt uppgick toppunktsavståndet till 12 mm.

Mätning av fusionsvergenserna gjordes genom att placera en prismastav framför höger öga, efter refraktionen med deltagarnas styrkor. En prismastav är en transparent stav med prismor som stegvis ökas i styrka. Prismastaven placerades vertikalt framför deltagarens öga för att därmed mäta de horisontella fusionsvergenserna.

Totalt uppmättes vergenserna fyra gånger, negativa vergenser och positiva vergenser på både avstånd och nära. Mätningen inleddes på avstånd där negativa vergenser uppmättes först. Vid denna mätning återfanns prismastavens handtag superiort, för att åstadkomma en Bas In effekt. Med prismastaven i vertikalt läge framför ögat ökades prismastyrkan successivt från svagaste styrkan till dess att deltagaren uppgav fixationsobjektet som dubbelt, vilket benämns som brytpunkt. Deltagaren uppmärksammades vid tillfället att försöka få bilden enkel igen, utifall detta visade sig vara omöjligt noterades värdet i prismadioptrier.

När brytpunkten var framtagen återupprepades proceduren med prismastavens handtag nedåt, för att denna gång istället få en Bas Ut effekt. Mätningen av dessa fusionsvergenser genomfördes på ett avstånd om 6 meter. Vid samtliga mätningar av fusionsvergenser (både avstånd och nära) användes en vertikal rad av bokstäver som fixationsobjekt, storleken uppgick till en rad större än deltagarnas bästa möjliga visus binokulärt.



Proceduren av mätningarna ovan återupprepades sedan på ett avstånd om 40 centimeter, där de negativa vergenserna återigen uppmättes först. Deltagarna var vid mättillfället fullkorrigerade för testavståndet. Samtliga mätningar av vergenser för båda grupper gjordes under liknande tillfällen i undersökningen, efter refraktionen när deltagarna var fullkorrigerade.

På båda patientgrupperna uppmättes även konvergensnärpunkt (KNP), mätningen gjordes genom att placera en RAF-stav mot deltagarens kindben och sedan föra fixationsobjektet närmare ögonen till dess att deltagaren uppgav fixationsobjektet som ihållande dubbelt. Därefter flyttades fixationsobjektet i motsatt riktning tills deltagaren återigen uppfattade objektet som enkelt. Värdet på RAF-staven noterades i centimeter.

Proceduren upprepades sedan ytterligare en gång. Om deltagaren inte uppfattade fixationsobjektet som dubbelt angavs ett objektivt värde. Samtliga mätningar av konvergensnärpunkt genomfördes i provbåge innehållandes deltagarens framtagna styrkor från refraktionen.

Vid framtagning av konvergensnärpunkten användes ett fixationsobjekt på RAF-staven bestående av ett vertikalt streck genom en punkt. Mätningen genomfördes efter subjektiv kontroll i provbåge och gjordes på samma patienter som för mätningen av fusionsvergenser.

Post-covid patienter förknippas ofta med trötthet och koncentrationssvårigheter (Yong, J. S. 2021) som gjorde att fullständiga mätningar inte kunde genomföras. Innebörden blev då att repetering av KNP-testet utslöts eftersom post-covid patienter inte kunde klara av en återupprepning. Då utslöts även återupprepningen hos kontrollgruppen. Forier på nära håll utslöts eftersom inget värde kunde nås hos post-covid patienterna.



## 4. Resultat

I post-covid gruppen var åldersspannet från 34-64 år med ett medelvärde på  $53 \pm 8$  år. Könsfördelningen hos denna patientgrupp var 6 kvinnor och 4 män. I kontrollgruppen låg åldersspannet från 36-62 år med ett medelvärde på  $54 \pm 8$  år. Könsfördelningen i kontrollgruppen var densamma som post-covid gruppen med 6 kvinnor och 4 män. Forimätningens resultat från båda grupper var ej avvikande men andelen deltagare med forier var fler i post-covid gruppen gentemot kontrollgruppen. Jämförelserna av de olika mätningarna mellan grupperna redovisas nedan i form av låddiagram, se figurer 4-6.



## 4.1 Post-covid

Samtliga mätningar, dess medelvärden och standardavvikelser visar till större del nedsatta förmågor, se tabell 1.

**Tabell 1.** Medelvärdet och standardavvikelsen för brytpunkterna är redovisat i tabellen för båda grupperna. KNP = konvergensnärlpunkt.

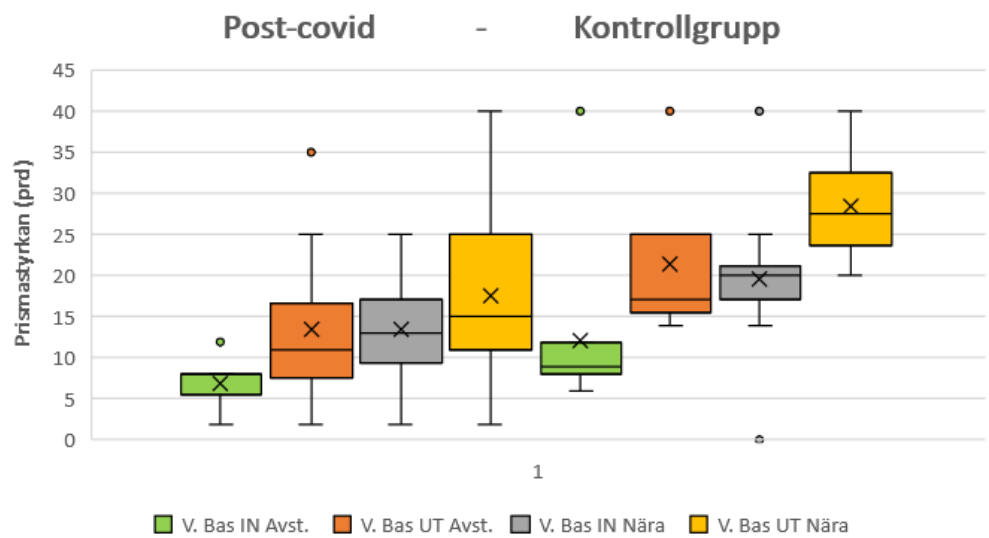
<b>Post-covid grupp</b>				
<b>Vergenser (prd/prismadioptrier)</b>		Brytpunkt	<b>KNP (cm)</b>	
Avstånd	Negativa vergenser	7,0 ± 2,7	Brytpunkt	13,8 ± 7,0
	Positiva vergenser	13,4 ± 9,6	Återgångspunkt	16,1 ± 7,2
Nära håll	Negativa vergenser	13,5 ± 6,3		
	Positiva vergenser	17,6 ± 10,6		
<b>Kontroll-grupp</b>				
<b>Vergenser (prd/prismadioptrier)</b>		Brytpunkt	<b>KNP (cm)</b>	
Avstånd	Negativa vergenser	12,2 ± 9,9	Brytpunkt	6,4 ± 3,4
	Positiva vergenser	19,3 ± 8,0	Återgångspunkt	7,9 ± 5,5
Nära håll	Negativa vergenser	21,6 ± 7,4		
	Positiva vergenser	27,2 ± 6,1		



## 4.2 Kontrollgrupp

Genomförandet av mätningarna hos kontrollgruppen gav genomsnittligen resultat närmare förväntade värden, såsom en lägre konvergensnärlpunkt i jämförelse med deltagare diagnosticerade med post-covid, se tabell 1.

Patienterna i kontrollgruppen visade inget resultat i forier för negativa vergenser. Det var totalt 5 patienter som kunde uppnå "till näsan" under mätning av konvergensnärlpunkt.

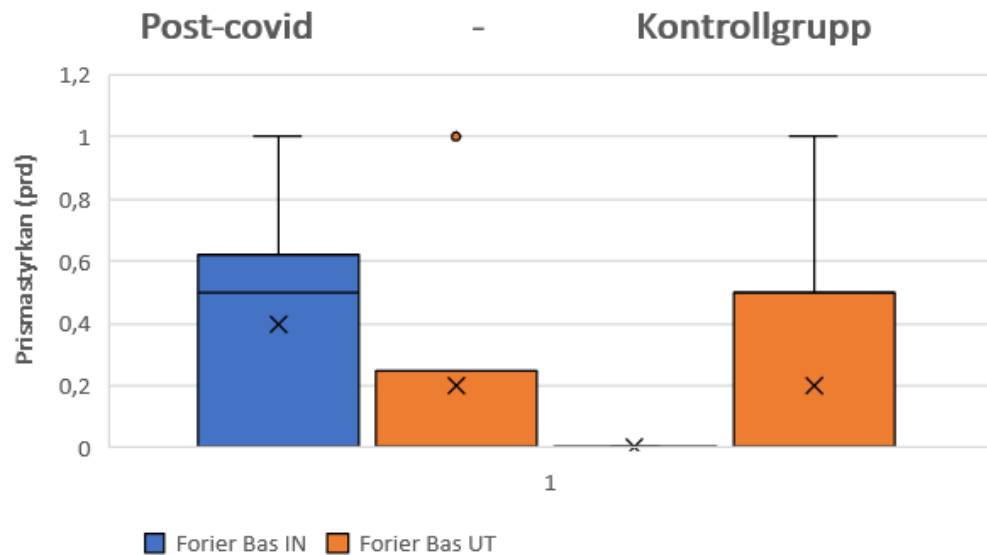


**Figur 4.** Låddiagram för post-covid gruppen inom vergenser. Brytpunkterna representeras i fyra delar på 25% av alla mätvärden. Lådan beskriver 50% av alla mätvärden. Horisontalstrecket i lådan beskriver medianen och krysset beskriver medelvärdet. Staplarna beskriver högsta och lägsta värdena för varje låda. Punkterna beskriver extremvärden.

Kontrollgruppen har mindre lådor som beskriver att spridningen är mindre.

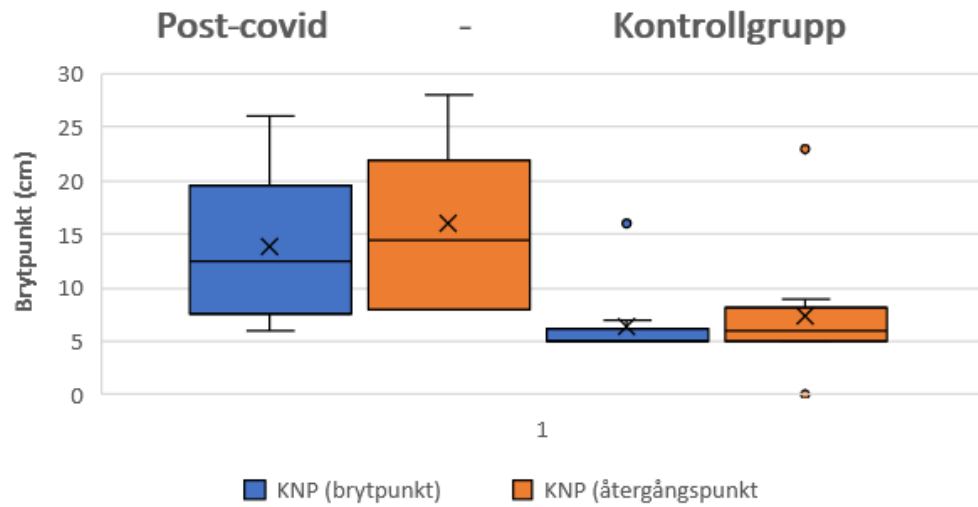
Kontrollgruppen har högre lägsta värden än post-covid gruppen.

Låddiagrammet visar tydligt på att positiva vergenser nära har störst skillnad mellan grupperna.



**Figur 5.** Låddiagram för båda grupperna inom forier på avstånd. Som tidigare nämnt representeras låddiagramet i fyra delar på 25% av alla mätvärden. Lådan beskriver 50% av alla mätvärden. Horisontalstrecket i lådan beskriver medianen och krysset beskriver medelvärdet. Staplarna beskriver högsta och lägsta värdena för varje låda. Punkterna beskriver extremvärden.

Forierna hos post-covid patienterna visade sig ej vara direkt avvikande. Inga forier fanns på Bas In och Bas Ut som var utanför normala värden. De låga forierna kan bero på att ett testet enbart utfördes på avstånd.



**Figur 6.** Låddiagram för båda grupperna inom konvergensnärlpunkt. Bryt- och återgångspunkten som presenteras i diagrammet är uppdelat i fyra delar av 25% av alla mätvärden. Lådan visar 50% av alla mätvärden.

Horisontalstrecket i lådan beskriver medianen och krysset beskriver medelvärdet. Staplarna beskriver högsta och lägsta värdena för varje låda. Punkterna beskriver extremvärden.

Både bryt- och återgångspunkten visas vara avvikande för post-covid gruppen. Medianen för kontrollgruppen visar sig vara mer inom normala värden.



## 5. Diskussion

Syftet med studien var att jämföra vergenser, forier och konvergensnärlpunkt mellan deltagare diagnosticerade med post-covid samt en kontrollgrupp av deltagare utan post-covid diagnos. Huruvida deltagarna utan post-covid diagnos har haft covid tidigare eller ej är inte känt, dessa deltagare var dock friska vid mättillfällena. Minst skillnad i mätvärden mellan dessa grupper återfanns vid uppmätningen av de horisontella forierna, största forin som uppmättes var EN prismadioptri Bas In/UT. Därmed fanns inga direkta avvikande mätresultat hos deltagarnas forier. Gruppen som bestod av personer diagnosticerade med post-covid uppvisade forier i större utsträckning jämfört med kontrollgruppen, där fler deltagare ej uppvisade någon fori (ortofori).

Som tidigare nämnt genomfördes uppmätningen av forier med Schober's test på grund utav att detta test är tämligen okomplicerat samt mer tidseffektivt vilket var av stor vikt vid hanteringen av deltagargruppen diagnosticerad med post-covid. Resultaten av forimätningen varierar mer hos post-covid gruppen, en anledning till denna variation kan vara att deltagarna i denna grupp lider av hjärntrötthet och koncentrationssvårigheter. Schober's test har även visat sig vara sämre än många andra tester för forimätning när det kommer till att uppskatta storleken på forin. Testet har i ett exjobb visat sig ge lägre uppmätta forier överlag (Sandberg, 2011), vilket hade förklarat värdena på forierna i de båda grupperna.

Konvergensnärlpunkten hos deltagarna med post-covid var i 8 fall avlägsen (spann: 8-26 cm), därmed kunde enbart 2 deltagare i denna grupp uppvisa ett förväntat värde. Värden på ett avstånd < 6 cm för brytpunkten klassades som kliniskt insignifikant (Adler, Cregg, Viollier & Woodhouse, 2007). I kontrollgruppen hade enbart två deltagare en avlägsen konvergensnärlpunkt (spann: 7-16 cm).



# Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

I gruppen med post-covid återfanns två personer med i stort sett enbart förväntade värden. Dessa deltagare hade en gemensam faktor, båda var på besök för tredje gången. Således hade dessa två deltagare cirka ett år av ortoptisk träning bakom sig, då återbesök sker varje halvår. Dessa deltagare var de enda personerna ur post-covid gruppen som var inne på sitt tredje besök. En anledning till att mätvärdena från post-covid gruppen varierar i större utsträckning jämfört med kontrollgruppen kan vara på grund av att post-covid deltagarna befinner sig i olika stadier av sin rehabilitering. Vid tillgång till en större mängd post-covid deltagare hade urvalet kunnat baseras på förstagångsbesökare, för att därmed enbart få ursprungsvärden efter en post-covid diagnos.

De två deltagarna från post-covid gruppen som i stort sett enbart uppvisade normala värden hade ett års ortoptisk träning bakom sig. Faktumet att dessa två deltagare uppvisade normala värden efter träning kan vara en förklaring till att muskelsvaghet är bidragande. Detta kan även vara en indikation på att ortoptisk träning är högst bidragande vid rehabilitering av en post-covid diagnos.

Enligt de framtagna mätresultaten i studien förekommer nedsatta vergenser i samband med post-covid diagnos, där positiva vergenser totalt sett verkar påverkas i större utsträckning än negativa vergenser. Två deltagare med post-covid hade nedsatta värden för negativa vergenser på avstånd, vid positiva vergenser på avstånd uppvisade istället åtta deltagare från samma grupp nedsatta värden. I kontrollgruppen förekom inga deltagare med nedsatta positiva vergenser på avstånd, vid negativa vergenser på avstånd uppvisade två deltagare ett minimalt nedsatt värde från samma grupp. Detta skulle kunna anses som en normal variation då minst 10 % av alla personer tros ha någon form av samsynsproblem (Jones, Eperjesi & Evans, 1999).

En anledning till att majoriteten av deltagarna med post-covid hade nedsatta vergenser kan vara för att de lider av muskelsvaghet. En nedsatt muskelförmåga hade kunnat resultera i nedsatta vergenser samt en avlägsen



# Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

konvergensnärlpunkt genom att musklerna inte längre kan uppnå normal kapacitet. Ett av de vanligaste symptomen sex månader efter en Covid-19 infektion är muskelsvaghet, en svaghet i musklerna kring ögonen hade därmed kunnat vara en förklaring till post-covid deltagarnas mätvärden (Huang et al. 2021).

Faktumet att majoriteten av deltagarna med post-covid diagnos hade nedsatta positiva vergenser kan vara sammanhängande med att majoriteten av dessa deltagare även hade en avlägsen konvergensnärlpunkt. Bas Ut prismet tvingar ögonen att konvergera och med nedsatta positiva vergenser kan därmed svårigheter för konvergens uppstå. Detta hade kunnat förklara skillnaden i både brytpunkt och återgångspunkt mellan de båda grupperna. Medelvärdet för brytpunkten hos post-covid gruppen var 13,8 cm i jämförelse med kontrollgruppens medelvärde på 6,4 cm. Samtliga post-covid deltagare med en avlägsen konvergensnärlpunkt hade även nedsatta vergenser i varierande form eller mängd.

Majoriteten av deltagarna med post-covid uppgav under anamnesen att de besväras av hjärntrötthet och koncentrationssvårigheter. Dessa deltagare blev under mätningarna snabbt uttröttade och vissa av dem tvingades lägga sig på en yogamatta i undersökningsrummet för att vila i 10-15 minuter. Faktumet att deltagarna innan mätningarna genomgick en synundersökning gjorde att vissa av dem hade låg energi vid mättillfällena. Detta hade kunnat förebyggas med längre pauser vid större mån om tid.

Studier har däremot genomförts på personer med liknande diagnoser (Godts, Moorkens & Mathysen, 2016). Chronic Fatigue Syndrome (CFS) är en form av långvarig trötthet som kombineras med halsont, ömma lymfkörtlar, smärta i leder och muskler, huvudvärk, sömn som inte ger normal vila eller nedsatt minne samt koncentrationssvårigheter. Tröttheten måste kombineras med minst fyra av symtomen under minst sex månaders tid för att klassas som CFS. Studien bestod av två grupper med 41 deltagare i vardera grupp, ena gruppen bestod av deltagare med CFS och motsvarande grupp bestod av en



frisk kontrollgrupp. Studien visade att konvergensförmågan var nedsatt hos 22 av deltagarna med CFS, i kontrollgruppen hade enbart tre deltagare en nedsatt konvergensförmåga. Resultatet visade även på nedsatta vergenser hos deltagarna med CFS. För positiva vergenser på 40 cm varierade resultaten mer, gruppen med CFS hade med ett medelvärde på 26,8 prd. För kontrollgruppen var medelvärdet 31,5 prd (Godts, Moorkens & Mathysen 2016).

Valet av mätmetoder i nuvarande studie baserades på vad som ansågs smidigast för personer med post-covid diagnos. Då dessa deltagare hade lägre energiförråd samt att viss risk för att deltagarna svimmade förekom så fick mätmetoderna anpassas därefter. Därav genomfördes en mätning i foropter och de övriga två utan foropter. Olika mätmetoder skulle kunna ha en påverkan på resultatet, därför bör man ej blanda metoder i kommande studier.

Deltagarna från kontrollgruppen i studien har själva sökt sig till en optiker och är därmed eventuellt inte en helt frisk grupp. Dessa deltagare har samtliga uppsökt optiker av en anledning och är därmed inte heller slumpvis utvalda.

Studien genomfördes på en relativt liten grupp deltagare och därmed kan vissa statistiska beräkningar vara mer missvisande än sanna, därav användes inte dessa. Det vore därför bra om studien upprepades för att omfatta en större mängd deltagare från de båda grupperna för att således kunna göra fler statistiska beräkningar. Ett upprepande av studien skulle kunna leda till förslag på lämpliga rekommendationer inom rehabiliterande åtgärder.

Under skapandet av studien har det varit bitvis problematiskt att hitta vetenskapliga artiklar med ett användningsområde av högre grad. Då post-covid är ett relativt nytt fenomen så förekommer en viss brist på medförande effekter, studier som visar på hur vergenser, konvergensnärlinje och forier påverkas av en post-covid diagnos förekommer ej. Detta tyder på att mer forskning behövs.



## 5.1 Slutsats

Studien visade att nedsatta vergenser förekom hos gruppen av deltagarna med post-covid i jämförelse med kontrollgruppen, där positiva vergenser var nedsatt i större utsträckning jämfört med negativa vergenser. Gruppen med post-covid hade även en mer nedsatt konvergensförmåga i jämförelse med kontrollgruppen. En förändring i vergensfunktion förekommer därmed i samband med post-covid diagnos.



## 6. Referenslista

- Adler, P. M., Cregg, M., Viollier, A. & Woodhouse, J. M. (2007). Influence of target type and RAF rule on the measurement of near point of convergence. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 27(1), ss. 22-30.
- Akbarialiabad, H., Taghrir, M. H., Abdollahi, A., Ghahramani, N., Kumar, M., Paydar, S., Razani, B., Mwangi, J., Asadi-Pooya, A. A., Malekmakan, L. & Bastani, B. (2021). Long Covid, a comprehensive systematic scoping review. *Springer-Verlag GmbH Germany*, 49, ss. 1163-1186. doi: 10.1007/s15010-021-01666-x
- Benjamin, W. J. (2006). Borish's Clinical Refraction. *Butterworth Heinemann Elsevier*. 2 uppl., Studentlitteratur.
- Chilamakuri, R. & Agarwal, S. (2021). COVID-19: Characteristics and Therapeutics. *Cells*. 10(2), s. 206.
- Davis, H. E., McCorkell, L., Moore Vogel, J. & Topol, E. J. (2023). LongCOVID: major findings, mechanisms and recommendations. *Nature Reviews Microbiology*, Volym 21, ss. 133-146. doi: 10.1038/s41579-022-00846-2
- Elliott, D. B. (2007). Clinical Procedures in Primary Eye Care: *Elsevier*. 3 uppl. Studentlitteratur.
- Fogt, N. (2020). Comparison of proximal vergence measures. *Vision development and rehabilitation*, 6(3), ss. 252-263.
- Godts, D., Moorkens, G. & Mathysen, D. G. P. (2016). Binocular Vision in Chronic Fatigue Syndrome. *American Orthoptic Journal*. 66(1), ss. 92-97.
- Huang, C., Huang, L., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Gu, X., Kang, L., Guo, L., Liu, M., Zhou, X., Luo, J., Huang, Z., Tu, S., Zhao, Y., Chen, L., Xu,



D., Li, Y., Li, C., Peng, L., Li, Y., Xie, W., Cui, D., Shang, L., Fan, G., Xu, J., Wang, G., Wang, Y., Zhong, J., Wang, C., Wang, J., Zhang, D. & Cao, B. (2021). 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet*, ss. 220-232 doi: 10.1016/S0140-6736(20)32656-8

Jones, L., Eperjesi, F. & Evans, B. (1999). Binocular vision evaluation in practice. *Optometric Educators*, ss. 33-36.

Lee, J., Cho, H. G., Moon, B., Kim, S. & Yu, D. (2019). Effects of prolonged continuous computer gaming on physical and ocular symptoms and binocular vision functions in young healthy individuals. *Peer J*, doi: 10.7717/peerj.7050

Mestre, C., Bedell, H. E., Díaz-Doutòn, F., Pujol, J. & Gautier, J. (2021). Characteristics of saccades during the near point of convergence test. *Vision Research*, Volume 187, ss. 27-40.

Ming-Leung Ma, Kang, Scheiman, Chen, Ye, Chen, X. (2022). Reliability of step vergence method for assessing fusional vergence in intermittent exotropia. *Ophthalmic Physiological optics: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 42(4), ss. 913-920. doi:10.1111/opo.12972

NIDEK Co., Ltd (2012). *NIDEK Refractor RT-3100 Operator's Manual*.  
<https://www.manualslib.com/manual/1391641/Nidek-Medical-Rt-3100.html?page=110#manual> [2023-05-04]

Ponce, C. R. & Born, R. T. (2008). Stereopsis. *Current Biology*, 18(18). doi: 10.1016/j.cub.2008.07.006.

Raveendran, A. V., Jayadevan, R. & Sashidharan, S. (2021). Long COVID: An overview. *Elsevier Public Health Emergency Collection*. 15(3), ss. 869-875.



- Remington, L. A. (2012). *Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System*. Elsevier Butterworth Heinemann. 3 uppl., Studentlitteratur.
- Sabel, B. A., Wang, J., Cárdenas-Morales, L., Faiq, M. & Heim, C. (2018). Mental stress as consequence and cause of vision loss: the dawn of psychosomatic ophthalmology for preventive and personalized medicine. *EPMA Journal*, 9(2), ss. 133-160. doi: 10.1007/s13167-018-0136-8
- Sandberg, H. (2011). Repeterbarheten hos olika förimättningsmetoder - en jämförelse mellan Modifierad Thorington, Schober och von Graefe. *Diva-portal*, s. 25.  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:423682/FULLTEXT01.pdf>
- Seifart, U. (2023). Post-COVID–More than chronic fatigue?. *National Library of Medicine, Herz*. doi: 10.1007/s00059-023-05170-w
- Shi, Y., He, Z., Deng, Y. & Li, H. (2023). The matching rule of Panum's limiting case and its influencing factors. *Frontiers in Psychology*. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1061396
- Suvvari, T. K., Simhachalam Kutikuppala, L. V., Tsagkaris, C., Corriero, A. C. & Kandi, V. (2021). Post-COVID-19 complications: Multisystemic approach. *Wiley Public Health Emergency Collection*. 93(12), ss. 6451-6455.
- Yong, J. S. (2021). Long COVID or post-COVID-19 syndrome: putative pathophysiology, risk factors, and treatments. *Infectious Diseases (London)*, 53(10), ss. 737-754. doi:10.1080/23744235.2021.1924397.
- Von Noorden, G. K. & Campos, E. C. (2002). *Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and Management of Strabismus*. Mosby: A Harcourt Health Science Company. 6 uppl. Studentlitteratur.





**Linnéuniversitetet**  
Kalmar Växjö