

# Redogörelse över analysresultat variationer och tillförlitligheten mellan kapillärt blod och venöst blod

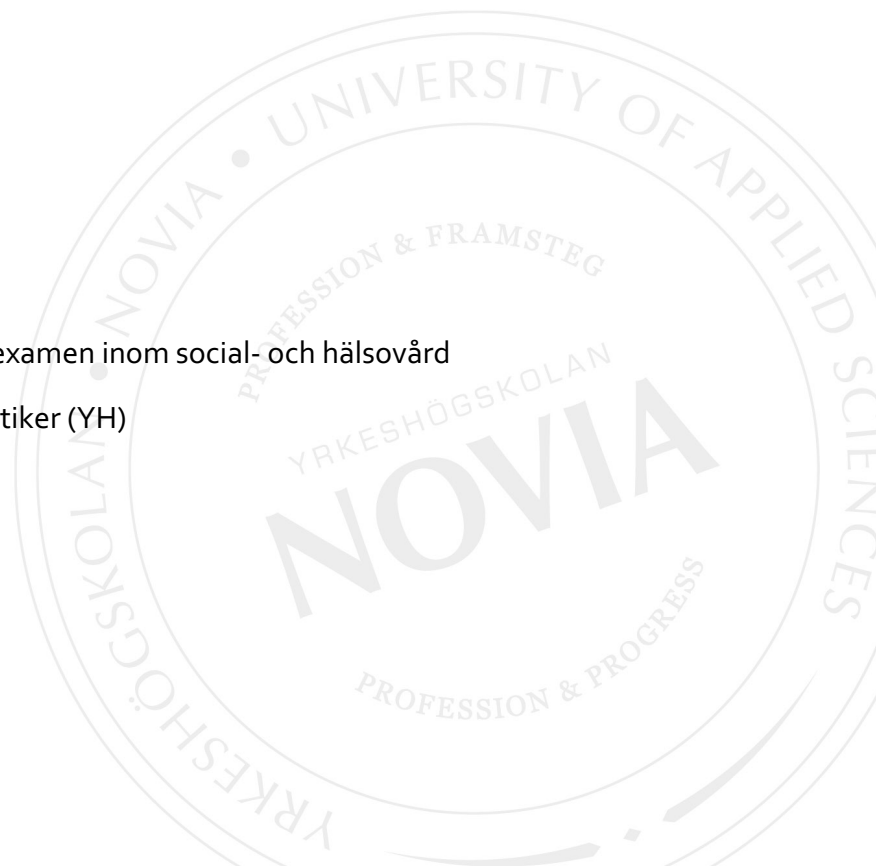
En litteraturstudie

Maija Jansson

Examensarbete för (YH)-examen inom social- och hälsovård

Utbildningen för Bioanalytiker (YH)

Vasa 2021



## EXAMENSARBETE

Författare: Maija Jansson

Utbildning och ort: Bioanalytiker, Vasa

Handledare: Margareta Antus

Titel: Redogörelse över analysresultat variationer och tillförlitligheten mellan kapillärt blod och venöst blod

---

Datum: 10.11.2021

Sidantal: 42

Bilagor:1

---

### Abstrakt

Examensarbetet är en litteraturstudie vars syfte är att ge ökad kunskap om förekommande variationer i analysresultat mellan kapillärt och venöst blod. I arbetet får man ta del av en utredning av hurdan tillförlitligheten är när man använder sig av kapillärt blod, jämfört med venöst blod. Examensarbetet tar upp preanalytik, allmän information om kapillärt och venöst blod och dess skillnader i koncentrationen och halten av substanser i kapillärt och venöst blod, för att förstå varför det kan förekomma analysvariationer mellan kapillärt och venöst blodprov. Frågeställningarna i arbetet är följande: Vilka faktorer ökar/sänker tillförlitligheten vid kapillär blodprovstagning? Förekommer det skillnader i resultat om analysen utförts av kapillärt respektive venöst blod? Hur skiljer sig analysresultat värden från varandra vid venöst och kapillärt blodprov? Hur kan man öka tillförlitligheten hos analysresultaten vid användning av kapillärt blod?

Venöst blodprov är den vanligaste formen av blodprov som tas, men det förekommer tillfällen då man måste använda sig av kapillär blodprovstagning som tillvägagångssätt. Kapillär blodprovstagning och dess tillförlitlighet beskrivs i examensarbetet, samt faktorerna som påverkar analysresultatets tillförlitlighet. I examensarbetet har man valt att fokusera på de preanalytiska faktorerna, för att de är de problematiska faktorerna vid kapillär blodprovstagning. Detta är på grund av att det förekommer ökad mätosäkerhet, som beror på en varierad grad av hemolys och tillblandning av vävnadsvätskan i det kapillära blodprovet. God kunskap om, förekommande variationer i analysresultat mellan kapillärt blod och venöst blod, samt kunskap om tillförlitligheten vid kapillär blodprovstagning ger högkvalitativa resultat och högre mätnoggrannhet, ifall blodinsamlingsmetoden och provkompositionen är den rätta. Detta leder till en minskad feltolkning av analysresultat utförda av kapillärt blod. De förekommande skillnaderna i analysresultat mellan kapillärt och venöst blod har lett till egna referensintervall och att kapillärt och venöst blod endast kan användas utbytbart för vissa laboratorieundersöknings analyser.

---

Språk: Svenska

Nyckelord: Kapillärt blod, venöst blod, variationer, analysresultat, tillförlitlighet, kapillärprovtagning, venös provtagning, kapillärt plasma

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Maija Jansson

Koulutus ja paikkakunta: Bioanalyytikko, Vaasa

Ohjaaja: Margareta Antus

Nimike: Raportti analyysitulokset vaihteluista ja kapillaariveren ja laskimoveren välisestä luotettavuudesta

---

Päivämäärä: 10.11.2021

Sivumäärä: 42

Liitteet: 1

---

### Tiivistelmä

Opinnäytetyö on kirjallisuustutkimus, jonka tarkoituksena on antaa lisää tietoa kapillaari- ja laskimoveren analyysituloksetvaihteluista. Työssä kerrotaan, miten luotettava analyysitulokset on kapillaariverestä, laskimovereen verrattuna. Opinnäytetyössä käsitellään yleisesti kapillaari- ja laskimoverta ja näiden eroja, sekä preanalytiikkaa, ymmärtääksemme miksi kapillaari- ja laskimoverinäytteiden välillä saattaa olla analyttisiä vaihteluita. Työn kysymykset ovat seuraavat: Mitkä tekijät lisäävät / heikentävät kapillaariverinäytteiden luotettavuutta? Eroaako kapillaariverestä saadut verianalyysitulokset, laskimovereen verrattuna? Miten testitulosten arvot eroavat toisistaan laskimo- ja kapillaariverikokeissa? Kuinka lisätä analyysitulosten luotettavuutta käytettäessä kapillaarivertaa?

Laskimoverinäyte on yleisin verinäytteenotto, mutta tietyissä tilanteissa on käytettävä kapillaarinäytteenottoa. Työssä kuvataan kapillaarinäytteenottoa ja sen luotettavuutta, sekä tekijöitä, jotka vaikuttavat analyysitulosten luotettavuuteen. Opinnäytetyössä käsitellään preanalytiikan tekijöitä, koska ne ovat ongelmallisia tekijöitä kapillaariverinäytteenotossa. Tämä johtuu lisääntyneestä mittauserävarmuudesta, mikä johtuu vaihtelevasta hemolyyysiasteesta ja kudoksen sekoittumisesta kapillaariverinäytteessä. Kapillaariveren ja laskimoveren analyysivaihteluiden tiedostaminen pienentää analyysitulosten väärää tulkintaa. Tietämys kapillaarinäytteenoton luotettavuudesta antaa korkealaatuisia tuloksia ja parempaa mittaustarkkuutta, jos verinäytteenottomenetelmä ja näytteen koostumus ovat oikeat. Erot analyysituloksissa kapillaari- ja laskimoveren välillä ovat johtaneet omille vertailualueilleen ja siihen, että kapillaari- ja laskimoverta voidaan käyttää vaihtokelpoisesti vain tiettyihin laboratoriotutkimusanalyysiin.

---

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Kapillaariveri, laskimoveri, analyysitulokset, vaihtelu, luotettavuus, kapillaarinäytteenotto, ihopunktio, laskimonäyte, kapillaariplasma

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Maija Jansson

Degree Programme: Bachelor of Health Care, Biomedical Laboratory Scientist, Vaasa

Supervisor: Margareta Antus

Title: Description of test results variations and the reliability between capillary blood and venous blood

---

Date 10.11.2021

Number of pages: 42

Appendices: 1

---

### Abstract

The purpose of this literature study thesis is to provide increased knowledge about the analysis variations between capillary and venous blood. This thesis contains, preanalytical phase, general information about capillary and venous blood and what the difference is between them. In the thesis, you also get to take part in an investigation of what the reliability is when using capillary blood, compared to venous blood. The question formulations in the thesis are: What factors increase / decrease the reliability of capillary blood sampling? Are there differences in the results if the analysis was performed on capillary or venous blood? How do test result values differ in venous and capillary blood tests? What can be done to increase the reliability of assay results when using capillary blood?

Venous blood sampling is the most common form of blood sample taken, but there are times when you need to use capillary blood sampling as a procedure. Capillary sampling and its reliability are described in the thesis, as well as the factors that affect the reliability of the analysis results. In the thesis, one has chosen to focus on the preanalytical factors, because they are the problematic factors in capillary blood sampling. This is due to that there is increased measurement uncertainty, which is due to a varied degree of haemolysis and admixture of the tissue fluid in the capillary blood sample. Good knowledge of, prevalent variations in analysis results between capillary blood and venous blood, as well as knowledge of the reliability of capillary blood sampling gives high quality results and higher measurement accuracy, if the blood collection method and sample composition is correct. This leads to a reduced misinterpretation of assay results performed by capillary blood. The prevalent differences in analysis results between capillary and venous blood have led to their own reference ranges and that capillary and venous blood can only be used interchangeably for certain laboratory examination analyses.

---

Language: Swedish

Key words: Capillary blood, venous blood, analytical variations, test results, reliability, capillary sampling, micro sampling, venous sampling, capillary plasma, skin puncture

---

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Syfte och frågeställningar .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Teoretisk bakgrund .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Kapillärt blod .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>Venöst blod.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3</b>	<b>Laboratorieundersökningsprocessen .....</b>	<b>8</b>
3.3.1	Preanalytiska fasen.....	8
3.3.2	Preanalytiska faktorer.....	9
<b>3.4</b>	<b>Kapillär blodprovstagning.....</b>	<b>10</b>
3.4.1	Rörordningsföljden vid kapillär blodprovstagning .....	11
3.4.2	Material vid kapillär blodprovstagning .....	11
<b>3.5</b>	<b>Referensintervall .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Metod och genomförande .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>Litteraturstudie som metod .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2</b>	<b>Genomförandet av litteraturstudien.....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Etiskt övervägande.....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Resultat av litteraturstudien .....</b>	<b>18</b>
<b>6.1</b>	<b>Mätosäkerheten i kapillära blodprov .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2</b>	<b>Faktorer som påverkar tillförlitligheten av resultat vid kapillär blodprovstagning .....</b>	<b>20</b>
6.2.1	Hemostas.....	21
6.2.2	Hemolys .....	21
6.2.3	Ödem.....	22
6.2.4	Blodflödet.....	22
<b>6.3</b>	<b>Analysresultat variationer mellan kapillärt blod och venöst blod.....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Analys av litteraturstudien .....</b>	<b>27</b>

<b>8 Diskussion.....</b>	<b>29</b>
<b>Litteraturlörteckning.....</b>	<b>31</b>
<b>Bilagor.....</b>	<b>35</b>

# 1 Inledning

Inom hälsovården är blodprov det vanligaste sättet att utreda sjukdom, följa upp hälsan och behandling. Venöst blodprov är inom blodprovstagningen den vanligaste och konventionella metoden att ta blodprov på. Men det förekommer även andra metoder att ta blodprov på, så som kapillär och arteriell blodprovstagning. (Garza & Becan-McBride, 2018; Medical Laboratory Observer [MLO], 2008)

På grund av ny forskning, förbättringar inom molekylär detektion (påvisa närvaro av) och utveckling inom olika analystekniker, har blodprovsmängden (volymen) som behövs för att utföra laboratorieanalyser minskat markant i vissa diagnostiska tillvägagångssätt. Detta fenomen har resulterat till ett ökat intresse för kapillärblodprov och användningen av kapillär blodprovstagning, både från patienters och vårdarbeters synvinkel. Kapillärt blodprov, som fås genom kapillärprovtagning, är ett tillvägagångssätt (metod) för att samla upp små mängder av blod (ca <100 µL), för att utföra en analys på ett så ytterst litet invasivt (smärtsamt) sätt. Detta är dock individuellt, vilken blodprovstagningsmetod som är minst smärtsamt. Det förekommer flera åsikter kring detta och det går att diskutera vad som är rätt. Vissa personer anser att venös blodprovstagning är smärtsammare än kapillär blodprovstagning och andra anser tvärtom. (Garza & Becan-McBride, 2018; MLO, 2008)

Ett växande intresse för användningen av kapillär blodprovstagning som tillvägagångssätt vid blodprovstagning, leder till att det förekommer en potential att flytta sjukdomsdiagnostiseringen och övervakningen av vården närmare vårdpunkten (POCT, patientnära analyser). Denna process skulle medföra säkrare och mer tillförlitliga diagnostiska vårdplattformar (POCT-enheter) i samhället. Det har även påvisats att patientvården har blivit bättre på grund av detta fenomen, för att behandlingstiden för dugliga resultat har blivit snabbare. Dock förekommer det fortfarande betydliga utmaningar inom kapillär blodprovstagningen, så som variationer i analysresultat, provkvantifieringen och kvaliteten. (Lemburg, 2017; MLO, 2008)

Tillförlitligheten mellan kapillärt och venöst blodprov är varierande. Flera studier har gjorts för att jämföra kapillärt blod med venöst blod, och dess analysresultat. Utifrån studier som har gjorts har det påvisats att den kapillära blodprovstagningsmetoden medför större mätosäkerhet, än vad den venösa blodprovstagningen gör. Mätosäkerheten beror på att kapillär blodprovstagningen leder till en varierande grad av hemolys och tillblandning av

vävnadsvätska. Man är även medveten om att vissa laboratorieanalyser inte går att utföras på kapillärt blod och att kapillärt och venöst blod endast kan användas utbytbart för vissa laboratorieundersökningar. Detta är på grund av att en stor blodvolym förutsätts för att analysen ska kunna utföras, att vävnadsvätskan som förekommer i kapillärt blodprov främjar koagulationsprocessen och på grund av att det förekommer en ökad hemolys i det kapillära blodprovet. Laboratorieundersökningar som inte rekommenderas att utföras kapillärt är bland annat blododlingar, koagulationsundersökningar, hemolyskänsliga biokemiska blodprov, så som kalium och erythrocytsedimenteringshastighet undersökning. (Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI], 2020; MLO, 2008)

Det förekommer även vissa faktorer under kapillär blodprovstagningen (preanalytiska faktorer) som höjer tillförlitligheten och minskar mätosäkerheten vid kapillärprovtagning. Därför är det viktigt att vara medveten om dessa faktorer och med stor noggrannhet och rutiner utföra provtagningen, för att uppnå högkvalitativa kliniska tillförlitliga analysresultat. (CLSI, 2020; MLO, 2008)

Oberoende dessa faktorer, förekommer det ändå skillnader i laboratorieundersökningsresultat om man vid analyseringen av vissa substanser i blodet använder sig av kapillärt blod, istället för venöst blod. Dessa variationer beror på grund av att kapillärt blod och venöst blod skiljer sig från varandra. Kapillärt blod är en blandning av de olika typer av blod som förekommer i kroppen. Efter kapillär blodprovstagningen innehåller kapillärblodet även kapillärplasma, som består av vävnadsvätska. Kapillärt blod cirkulerar i de perifera, kapillära, blodådrorna i människokroppen. Venöst blod är däremot mera koncentrerat och cirkulerar i venerna. På grund av att det förekommer vissa skillnader i analysresultaten mellan kapillärt och venöst blodprov, har man utvecklat skilda referensvärden för vissa laboratorieundersökningar som görs utifrån kapillärt och venöst blodprov. (A.D.A.M., Inc., 2019; Lemburg, 2017; MLO, 2008; ScienceDirect, u.å.)

Det har länge forskats kring variationerna i resultat mellan kapillärt och venöst blod. Under den kliniska bioanalytiker praktiken blev jag intresserad av att veta ifall det förekommer skillnader i resultat om analysen utförts av kapillärt respektive venöst blod, hur kan man göra för att minimera på skillnaderna och öka på tillförlitligheten hos resultaten vid användning av kapillärt blod. I examensarbete kommer det att behandlas och sammanställas förekommande variationer i analysresultat mellan kapillärt blodprov och venöst blodprov och dess tillförlitlighet när man analyserar substanser från kapillärt blod, i jämförelse med venöst blod. Nyttig information så som faktorer som påverkar tillförlitligheten vid kapillär



blodprovtagning kommer även att presenteras och räknas upp i examensarbetet. I Examensarbetet har man valt att fokusera på de preanalytiska faktorerna på grund av att de är de problematiska faktorerna vid användning av kapillärt blod. För att förstå syftet med detta examensarbete, kommer man få ta del av allmänt nyttig bakgrundsinformation om de olika väsentliga blodtyperna, så som kapillärt och venöst blod, och de olika typer av blodprovstagningsmetoder.

## 2 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta examensarbete är att utreda och redogöra för, eventuellt förekommande variationer i resultat mellan kapillärt och venöst blodprov. Dessutom med en avsikt att klargöra tillförlitligheten när man analyserar substanser från kapillärt blod. Examensarbetet hoppas kan vara till nytta för laboratoriepersonal, studerande samt annan vårdpersonal så som sjukskötare, för att öka kunskanden om tillförlitligheten vid kapillär blodprovstagningen och skillnader i resultat som förekommer mellan kapillärt och venöst blodprov.

Frågeställningarna i examensarbetet är:

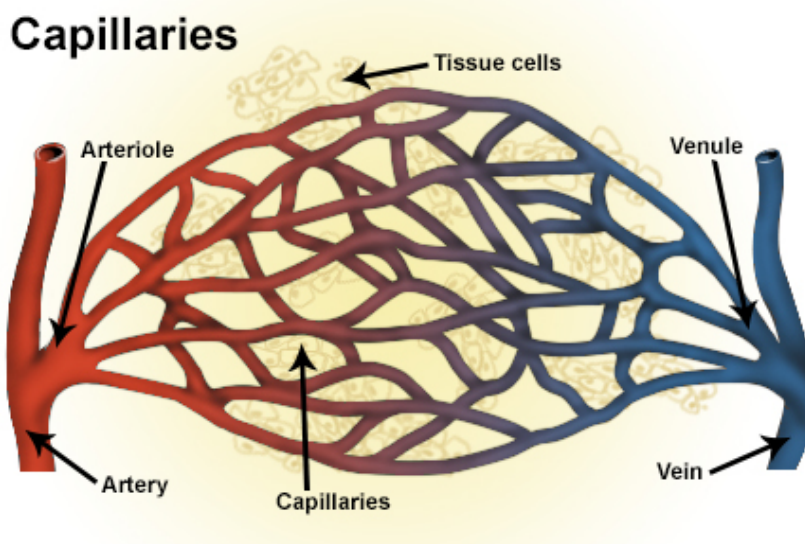
- Vilka faktorer ökar/sänker tillförlitligheten vid kapillär blodprovstagning?
- Förekommer det skillnader i resultat om analysen utförts av kapillärt respektive venöst blod?
- Hur skiljer sig analysresultat värden från varandra vid venöst och kapillärt blodprov?
- Hur kan man öka tillförlitligheten hos analysresultaten vid användning av kapillärt blod?

## 3 Teoretisk bakgrund

Människokroppens blodkärl bildar blodets cirkulationssystem i kroppen tillsammans med hjärtat och lungorna. Till människokroppens blodkärl hör: artärer, vener, kapillärer, arterioler och venoler. I blodkärlen flödar det olika typer av blod, så som venöst, arteriellt och kapillärt blod. Blodet som cirkulerar i blodkärlen är syresatt eller syrefattigt blod, med

uppgift att transportera bort avfallsprodukter från vävnaderna och transportera näringsämnen, syre och vatten ut till kroppens olika delar. (NCBI, 2010)

Hjärtat pumpar runt blodet i kroppen, varav blodet passerar hjärtat två gånger, per varje cirkulation. Blodcirkulationen är uppdelad i lilla kretsloppet och stora kretsloppet. Cirkulationen startar i hjärtat när hjärtat slappnar av mellan två hjärtslag. Då är hjärtats klaffar mellan förmaken och kamrarna i hjärtat öppna och klaffarna i kamrarna ut till blodkärlen stängda. Detta leder till att blodet strömmar från höger och vänster förmak in till de nedre två ventriklarna (kammare) i hjärtat, som sedan expanderar (utvidgas). Sedan följer en fas då kamrarna pumpar blodet in i de stora artärerna i hjärtat, genom att hjärtat sammandras och hjärtats klaffar öppnas och stängs tvärtom. Vänster kammare pumpar syrerikt blod in i aortan (huvudartär). Blodet flödar sedan från aortan till större och mindre artärer och in i kapillärnätverket, som förekommer ute i kroppens olika delar. Där utbyts syre och näringsämnen med koldioxid och avfallsprodukter, mellan blodkärl och vävnad. Det syrefattiga blodet strömmar i venerna in till hjärtats höger förmak och tillslut in i höger kammare genom lungartären, för att sedan igen syresätts i lungorna och göra sig av med koldioxid (CO<sub>2</sub>). Detta är en systematisk process i kroppen, genom kontinuerliga hjärtslag som skapar en ny cykel av den systematiska blodcirkulationen i människokroppen. (NCBI, 2010)



**Figur 1:** Blodkärlen i människokroppen (National Cancer Institute, u.å.)

Laboratorieundersökningar används som en del inom vården för att utesluta sjukdom, uppföljning och screening av hälsotillstånd. Laboratorieanalyserna kan göras utifrån blodets plasma (P), serum (S) eller helblod (B). De mest väsentliga blodtyperna vid

blodprovstagningen och laboratorieundersökningsanalyserna är venöst och kapillärt blod. Dessa blodtyper används till största delen av laboratorieundersökningar för att analysera olika förekommande substanser och antikroppar i blodet. Venöst och kapillärt blod är inte likvärdiga och kan ha olika halter/koncentrationer av substanser. Kapillärt blod, som fås genom hudpunktering, är en blandning av blod från kapillärer, venoler och arterioler, på grund av att kapillärerna är de blodkärl som förenar artärerna och venerna samman. Se figur (1). Venöst blod är syrefattigt blod som flödar genom venerna tillbaka till hjärtat, för att sedan i lungorna syresättas igen. (A.D.A.M., Inc., 2019; LabCE, u.å.b; Lemburg, 2017; MLO, 2008; ScienceDirect, u.å.)

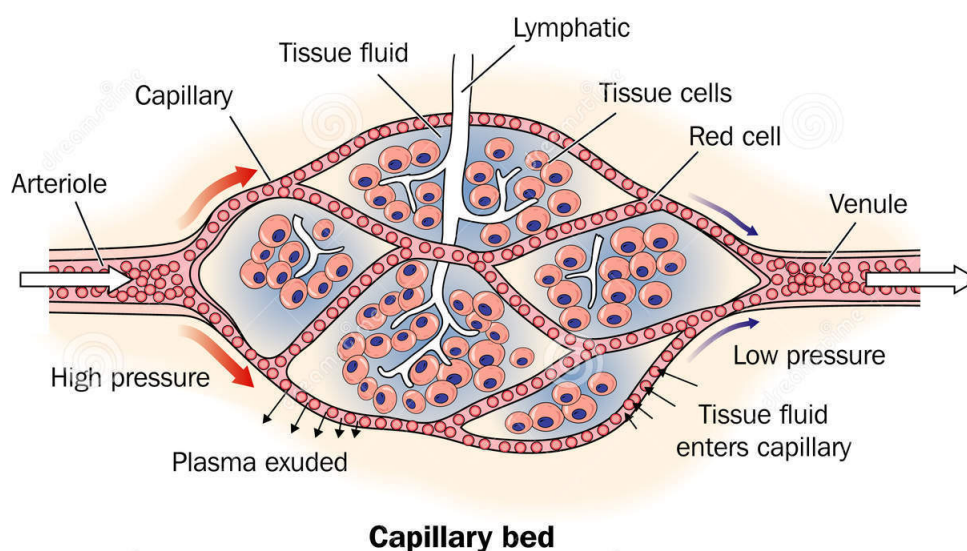
Valet av blodprovstagningsmetod väljs utifrån vad som ska analyseras från blodet, hur snabbt man behöver analysresultatet och vilken som är den lämpligaste blodprovstagningsmetoden i situationen. Valet av blodprovstagningsmetod är även i förhållande till hur mycket blod det behövs för att utföra analyseringen. På grund av förbättringar i molekylär detektion (spårning) och utveckling i analystekniken har blodprovsmängden som behövs för att utföra analyser minskat markant i vissa diagnostiska tillvägagångssätt. Nuförtiden är man medveten om hur mycket blod (ml) det behövs, för att utföra laboratorieundersökningsanalyser och man strävar efter att ta så lite som möjligt och endast nödvändiga mängden blod av patienten. Därför har kapillär blodprovstagningen (mikroprovtagning) blivit mera aktuell inom vården. (A.D.A.M., Inc., 2019; Lemburg, 2017; MLO, 2008; ScienceDirect, u.å.)

Den mest förekommande blodprovstagningsmetoden (venöst blodprov) är dock fortfarande nödvändig i vissa situationer och för vissa laboratorieundersökningsanalyser, på grund av att den ökade hemolyseringen och tillblandningen av vävnadsvätskan som förekommer i kapillära blodprovet, främjar koagulationsprocessen. (A.D.A.M., Inc., 2019; Lemburg, 2017; MLO, 2008; ScienceDirect, u.å.)

### **3.1 Kapillärt blod**

Kapillärer är kroppens minsta blodkärl i cirkulationssystemet, med en diameter på 0,005-0,020 millimeter. De är blodkärl som förbinder de minsta artärerna (arteroler) med venerna (venolerna) i cirkulationssystemet. I kapillärerna fördelas och byts syret (O) och näringsämnen (glukos) ut mot koldioxid (CO<sub>2</sub>) genom diffusion (spontan spridningsprocess), med vävnaden runt omkring. Detta kan ske spontant på grund av att

kapillärernas vägg, är annorlunda uppbyggd än venernas och artärernas blodkärlsvägg. Den kapillära blodkärlsväggen är tunn och uppbyggd innerst med endast ett platt epitelcellslager och uppbyggd ytterst med endast ett basalmembran. Vissa organ så som lever och njure har ett välutvecklat kapillärnätverk runt om kring, eftersom de är metaboliskt aktiva organ, som kräver riklig mängd syre och näringsämnen. (LabCE, u.å.a.; Neoteryx; 2020a; ScienceDirect, u.å.)



**Figur 2:** Kapillärbäddar (Dreamstime, u.å.)

Kapillärt blod fås genom en hudpunktion med en lansett från kapillärbäddar, som förekommer i huden. Dessa bäddar, är de minsta enheterna i kroppens cirkulationssystem och består av venoler och arterioler som gått samman och bildat kapillärbäddar, ute i det perifera cirkulationssystemet. Deras uppgift är ett tillföra blod till ett organ eller specifik del i kroppen. I kapillärbäddarna sker överföringen av syre, vatten och näringsämnen till vävnaden genom plasma som lämnar blodkärlen och avfallsprodukter och koldioxid kommer med vävnadsvätskan från vävnaden tillbaka till blodkärlen. Blodprovet från en hudpunktering kommer därför att innehålla en blandning av arteriellt och venöst blod, tillsammans med interstitiell vätska (vävnadsvätska) och intracellulär vätska. Se figur (2). (LabCE, u.å.a.; Neoteryx; 2020a; ScienceDirect, u.å.)

Det kapillära plasmat (cellfria delen av blodet) har en annan koncentration av halten substanser i blodet, än vad venöst och arteriellt plasma har. Detta är på grund av att kapillärbäddarna innehåller en del vävnadsvätska. Efter kapillär blodprovstagning, kommer därför det kapillära blodprovet att innehålla en del interstitiell vätska (vävnadsvätska) och

intracellulärvätska. Då man avskiljer kapillärt blod, kommer vävnadsvätskan att bli i plasmat. Detta betyder att olika laboratorieundersökningsanalyser som görs från kapillärplasma, leder till variationer i analysresultaten mellan kapillärt plasma och venöst plasma. (University Rochester Medical Center, u.å.)

### 3.2 Venöst blod

Det syrefattiga venösa blodet transporteras i venerna från människokroppens olika delar (vävnader) tillbaka in i hjärtats högra sida, in till förmaken. Från förmaken flödar blodet in i höger kammare och ut ur hjärtat genom lungartären till lungorna, för att syresättas. I lungorna syresätts blodet och flödar tillbaka till hjärtat genom lungvenerna till vänster förmak. (LabCE, u.å.a; Neoteryx, 2020a; ScienceDirect, 2020)

Venöst blodprov, är den vanligaste formen av blodprov som tas på patienter för de flesta rutinmässiga laboratorieanalyserna. Provet tas genom en direkt punktering från en ven. Punktionsstället kan variera, men oftast sker det i det antekubitala området, armvecket eller på handryggen (ovansidan av handen). Venöst blod kan även fås genom en IV-kanyl. (LabCE, u.å.a; Neoteryx, 2020a; ScienceDirect, 2020)

Helblod är blodet som cirkulerar i människokroppen. När blodet förekommer utanför människokroppen, kommer det att koagulera. Detta kan ske till exempel i ett provrör. Då skiljs blodkomponenterna från serum (plasma om det är icke-koagulerat blod) och blodkropparna sjunker neråt. Serum uppkommer då en stimulerad och fullständig koagulationsprocess bildar koagel, innehållande koagulationsfaktorer och trombocyter. När plasmat/serum separeras från resten av blodet är det en vätska som har en gul färg. (University Rochester Medical Center, u.å.)

Plasma är största och cellfria delen av helblod, *in vivo*, som transporterar blodkomponenterna, vatten, salt och enzymer, i blodet. Det har även som uppgift att transportera näringsämnen, hormoner och protein till olika delar av kroppen. Cellerna lämnar sedan avfallsprodukter i plasmat, som plasmat transporterar bort från kroppen. Plasmat utgör ca 55% av blodets totala innehåll. Plasmat innehåller 95% vatten och komponenter så som, antikroppar, koagulationsfaktorer, fibrinogen- och albuminprotein. (University Rochester Medical Center, u.å.)

Serum och plasma innehåller olika mängder koagulationsfaktorer. Detta beror på att serum är koagulerat och centrifugerat plasma. Till exempel kalium-halten är ca. en halv mmol/l högre i serum än i plasma, på grund av ökad trombocytolys (trombocyter går sönder). Förut gjordes de flesta standardanalyserna på serum, men numera har man i stor utstäckning gått över till att använda plasma vid analysering av substanser i blodet. Detta minskar på risken att fibrin fortsätter att fällas ut i serumprov då det avskilts. (Matikainen et al., s. 37, 2016)

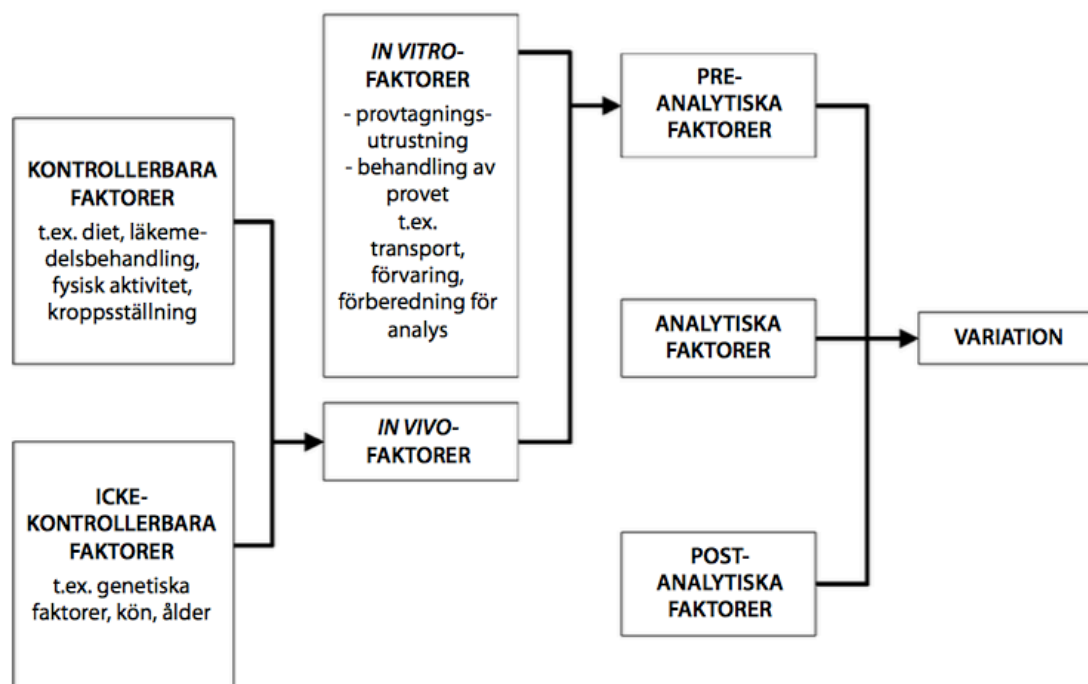
### **3.3 Laboratorieundersökningsprocessen**

Den kliniska laboratorieundersökningsprocessen består av tre olika skeden. Dessa skeden är: den preanalytiska fasen, analytiska fasen och postanalytiska fasen. Den preanalytiska fasen är första skedet i laboratorieundersökningsprocessen. Det är en viktig del i det kliniska laboratoriearbetet och har en stor inverkan på laboratorieundersökningsprocessen, på grund av att den preanalytiska fasen lägger grunden till ett pålitligt analysresultat. Det är även i denna fas de flesta fel som påverkar analysresultaten uppkommer. Analytiska fasen innefattar laboratorieundersökningsanalysen. Den inkluderar de diagnostiska processerna, då apparaterna analyserar blodprovet och som i slutändan ger ett resultat. Sista skedet i laboratorieundersökningsprocessen är postanalytiska fasen. Den består av registrering och tolkning av resultat, rapportering av analysresultat, överföring av analysresultat till beställare och patientdatajournal, samt hantering av eventuella larmprovresultat. (Matikainen et al., s. 12, 2016)

#### **3.3.1 Preanalytiska fasen**

Preanalytiska fasen är det skede som sker innan analys av blodprovet. Denna fas skapar grunden till ett pålitligt kliniskt laboratorieundersökningsresultat. Den preanalytiska fas består av bedömning av behovet för laboratorieundersökning, provbeställning, remisshantering, informationssökning, materialförberedelse och förberedelse av patienten. Under själva provtagningskedet innefattar denna preanalytiska fas: identifiering av patienten, efterbehandling av blodprovet, förvaring och transport av blodprovet till laboratoriet för analys av blodprovet. (Matikainen et al., s. 12, 2016)

### 3.3.2 Preanalytiska faktorer



**Figur 3:** Preanalytiska faktorer som inverkar på blodprovets analysresultat. (Finska läkarsällskapets handlingar, 2009)

Inom preanalytik skedet förekommer det faktorer som kan inverka på analysresultaten. Dessa faktorer är bl.a. typen av prov, provtagningstid, provhantering och patientens förberedelse, så som till exempel har personen varit fastande. Orsakerna till preanalytisk variation kan delas in i *in vivo* (biologiska) och *in vitro* (tekniska) faktorer. De biologiska faktorerna delas ytterligare in i två olika grupper: de icke-kontrollerbara och de kontrollerbara (svårt att kontrollera men går eventuellt att påverka). Till de icke-kontrollerbara faktorerna hör omständigheter som inte går att påverka. Dessa faktorer är bland annat genetisk variation, ålder, kön, klimakteriet och sjukdomstillstånd. Till de kontrollerbara faktorerna hör omständigheter som går att eventuellt påverka. Till dessa faktorer hör bland annat dygnsrytm, menstruationscykel, träning och matintag. Se figur (3). Dessa kontrollerbara faktorer bör identifieras innan ett prov tas och går att minimera genom att göra tidpunkten och förhållandet enhetligt, när vissa prover kan tas. Genom att uppnå standardiserade tillvägagångssätt för provinsamlingen, till exempel WHO:s, är det möjligt att minska på de preanalytiska faktorerna, som inverkar på och ger upphov till skillnader i analysresultaten. (Matikainen et al., s. 12, 2016)

### 3.4 Kapillär blodprovstagning

Kapillär blodprovstagning, även kallad hudsticksprov, är en blodinsamlingsmetod som används av laboratoriepersonal och sjukskötare. Med kapillär blodprovstagning som metod kan man erhålla från fingret en liten mängd blod, men som är tillräcklig, för att utföra analysen av laboratorieundersökningar. Man använder sig av en lansett för att göra punktionen i huden och blodet samlas in i kapillärprovvrör. Det är ett tillvägagångssätt, för att samla upp små mängder av blod (ca <math><100 \mu\text{L}</math>), för att utföra en laboratorieundersökningsanalys på ett så ytterst litet smärtsamt sätt. Detta är dock idividuellt och det förekommer flera åsikter om vilken blodprovstagningsmetod, som är minst smärtsam. (A.D.A.M., Inc., 2019; Garza & Becan-McBride, 2018; Neoteryx, 2021; World Health Organization [WHO], 2010)

Kapillär blodinsamlingsmetoden kan i vissa situationer vara mera lämpad, än venös blodprovstagning. Metoden används bland annat på svårstuckna människor, då venerna är svåra att hitta, väldigt små och tunna, och när laboratorieprovets nödvändiga mängd är liten. Kapillär blodprovstagning är även en lämplig metod att använda på spädbarn. Venpunktion på spädbarn (nyfödda) och mindre barn kan vara svårt, eftersom de brukar röra på sig och deras vener är mindre och tunnare, än hos äldre människor. På spädbarn tas kapillärprov från hälen och när de blir lite äldre barn tas de från fingret, på grund av att huden på hälen blivit för tjock och hårdare. I många källor bland annat WHO:s, rekommenderas det dock venprov framom hälprov på grund av smärtan. (A.D.A.M., Inc., 2019; Garza & Becan-McBride, 2018; Glasgow-Roberts, 2021; Lemburg, 2017; ScienceDirect, u.å.)

Vid patientnära analyser (POCT), där halter av till exempel glukos, hemoglobin (Hb), TT-INR (koagulation) och CRP (C-reaktivt protein) mäts, är det vanligt att man använder kapillärt blodprov, för att det räcker med en liten blodvolym och för att man ska få ett analysresultat snabbare. Patienter med IV-behandling i båda armarna kan även dra nytta av den kapillära blodprovstagningsmetoden. (A.D.A.M., Inc., 2019; Garza & Becan-McBride, 2018; Glasgow-Roberts, 2021; Lemburg, 2017; ScienceDirect, u.å.)





**Figur 4:** Kapillär blodprovstagning ur fingret. (Neoteryx, 2021)

Det kapillära blodprovet tas från fingret, hälen av foten eller öronsribben. Ifall provet ska tas från fingret, ska det ifall det är möjligt tas från långfingret eller ringfingret. Se figur (4). Lillfingret bör undvikas, på grund av att det förekommer en nerv i lillfingret som kan bli skadad och göra ont. Kapillärprov ska inte tas av patienter som är uttorkade eller har dålig perifer blodcirkulation. (CLSI, 2020; Garza & Becan-McBride, 2018)

#### **3.4.1 Rörordningsföljden vid kapillär blodprovstagning**

Vid kapillärprovtagningen är provtagningsordningen följande. Först samlas kapillär blodgas, syra-bas och hematologiprover (EDTA). Detta görs för att säkerställa att inte blodet börjar koagulera, innan man har hunnit samla upp provet. Sedan följer provrör som innehåller tillsatser, så som litium-heparin -, natrium-citrat och fluorid-citrat. Till sist samlas provrör utan tillsatser (tillsatsfritt) och gelrör, så som serumprov. Denna ordningsföljd är väsentlig för att minimera effekterna av koagulation (fibrinkoagel). (A.D.A.M., Inc., 2019; Garza & Becan-McBride, 2018; Glasgow-Roberts, 2021; Lemburg, 2017; ScienceDirect, u.å.)

#### **3.4.2 Material vid kapillär blodprovstagning**

Under kapillär blodprovstagningen bör blodprovet samlas upp i lämpliga kapillärprovrör, kallas även mikrorör. Provet ska inte uppsamlas i venprovtagningsprovrör och sedan överföras till kapillärprovrör, utan direkt uppsamlas i kapillärprovrör. Kapillärprovrören är

gjorda av plast och försedda med etiketter och färgkodade korkar för att särskilja, berätta om vilka tillsatser provrören innehåller, hur mycket blod det rymmer i provröret, lot-nummer (identifieringsnummer/ partinummer) och bästföredatum. Se figur (5). Kapillärprovrören rymmer ca. 600 µl. Storlekarna på kapillärprovrören beror på ifall det förekommer tillsatser eller gel i provröret. (CLSI, 2020; Garza & Becan-McBride, 2018; Lemburg, 2017)



**Figur 5:** Kapillärprovrör med färgkoder. Serumrör, litium-heparinrör, fluorid-citratrör och EDTA-rör, sätt från vänster till höger. (Egen bild)

Vid kapillär blodprovstagningen används lansetter. Det är ett medicinskt redskap, för att göra punktionen i huden. Det förekommer olika typer av lansetter, med olika nål (blad)storlekar, som sticker även olika djupt i huden. Lansetterna är färgkodade, för att veta vilken storleks lansett det är och hur djupt i huden den sticker. Lansettnålarna är vanligtvis mellan 0,25–1,15 mm i diameter och stickdjupet är mellan 1,2–2,4 mm. Se figur (6). (CLSI, 2020; Garza & Becan-McBride, 2018; Lemburg, 2017)



**Figur 6:** Lansetter för kapillär blodprovstagning, som är färgkodade efter lansettstorlek.  
(Egen bild)

För barn och nyfödda används en lansett med ett mindre storleks blad och stickdjup är även mindre, på grund av att avståndet mellan hud och ben är inte lika stort på barn, jämfört med vuxna människor. På nyfödda (under 6 månader) används en lansett med stickdjup  $> 1,0$  mm och på barn över 6 månader – 1 år används lansett med 1,5 mm stickdjup. För vuxna används en lansett med stickdjup över 1,8-2,4 mm. (CLSI, 2020; Garza & Becan-McBride, 2018; Lemburg, 2017)

### 3.5 Referensintervall

För att bedöma och tolka laboratorieundersöknings analysresultat behöver man ha några tal att jämföra analysvärden med. Till detta används referensintervall och referensvärden. Det är ett koncept skapat av Gräsbeck tillsammans med Sarin, för att på ett anordnat sätt ta fram jämförelseintervall, för medicinska analyter. Referensintervallet är ett intervall (område) vilket analysresultat, från 95% av friska människor, räknas med att ligga inom. Till exempel hemoglobinkoncentrationen (Hb) i blodet har referensintervall mellan 134–170 g/l, för friska män och för friska kvinnor är referensintervallet 117–155 g/l. Referensintervallen för analyter fastställs genom att man analyserar enstaka analyter på friska människor och därmed skapar ett centralt referensintervall, 95%. Sedan tar man bort de 2,5% högsta och

lägsta analysresultat värden på olika sätt. För att avskilja 2,5% av de högsta och lägsta mätvärden, antar man att insamlings data är normalfördelat. Eftersom man tar bort de lägsta och högsta analysresultat värden (2,5%), kommer ca. 5% (1:20 personer) av friska människor att förekomma utanför referensgränserna. Detta leder till att man bör noga tänka över analysresultaten och dess konsekvenser, som ligger utanför referensintervallen. För vissa analyser förekommer det handlingsgränser (beslutsgräns). Dessa värden berättar inte vad som är normalt och avvikande, utan syftar på nivåer som skiljer friska personer från sjukdom. (Gräsbeck, 2004; Gräsbeck & Fellman, 2009; LabTest Online, 2021; Theodorsson et al., s. 43–47, 2018)

Referensvärden och intervallerna används som en bas för jämförelse. Det förekommer olika referensintervall för kapillärt och venöst blodprov, på grund av att venöst och kapillärt blod ger olika analysresultat och det förekommer skillnader i koncentrationen och substans-halter mellan kapillärt och venöst blod. Referensvärden är även olika beroende på vilken blodvätska man har använt sig av för att utföra laboratorieundersökningsanalysen. (LabTest Online, 2021; Theodorsson et al., s. 43–47, 2018)

Även om man har utfört provtagningen enligt förekommande provtagningsföreskrifter och ansträngt sig att eliminera systematiska variationskällor, kommer det att kvarstå analysens imprecision och den biologiska variationen. För att beskriva variationen matematiskt, kan man använda sig av standardderivation (SD). Genom att använda sig av standardderivation är det enklare att upptäcka variationen, på grund av att SD har samma enhet som substansen. Då uttrycks variationen i CV (variationskoefficient). Variationskoefficienten beskriver hur stor variationen är i relation till medeltalet. (Theodorsson et al., s. 43-47, 2018)

## **4 Metod och genomförande**

Examensarbetet gjordes som en litteraturstudie, där kvalitativ litteraturöversikt använts som metod för att sammanställa vetenskapliga artiklar och relevant litteratur. Syftet med arbetet är att ge läsaren en utredning av och redogörelse för, variationerna i analysresultat värden mellan kapillärt och venöst blodprov.

## 4.1 Litteraturstudie som metod

Litteraturstudie är en systematisk och metodisk metod, som används för olika vetenskapliga arbeten, så som till exempel examensarbete. Metoden fångar in allt relevant material, som behövs för att arbetet ska färdigställas. Litteraturstudien sammanfattar och ger en helhetsbild över flera studier och primärkällor. Litteraturen fås genom en litteratursökning utifrån vetenskaplig litteratur, med välformulerade och uttänkta sökord. Genom kritisk granskning av litteraturen fås ett arbete med vetenskapligt syfte. Man beskriver vilka databaser och sökord man använt sig av, hur många träffar man fått och vad man har exkluderat. För att utföra en lyckad litteraturstudie är det viktigt att det finns en plan som innehåller sökord, välformulerade frågeställningar, relevanta källor och en sammanställd relevant sökstrategi. Har man god förutsättning att hitta relevanta källor och litteratur, blir även rapporten mer relevant. Ifall det är ett snävt ämnesområde, krävs det flera sökord, frågeställningar och mer tid för litteratursökningen, för att komma åt den relevanta litteraturen. (Lunds Universitet, 2021)

## 4.2 Genomförandet av litteraturstudien

I examensarbetet togs de upp tillförlitligheten och variationer i resultatvärden när man analyserar substanser från kapillärt blod, jämfört med venöst blod. Faktorer som påverkar resultatvärden vid kapillärprovtagning, listas upp i arbetet, för att läsaren ska bli medveten om och få reda på vad som kan göras för att minska på variationerna och öka tillförlitligheten i resultat.

Utgående från senaste forskning och vetenskapliga artiklar, görs en utredning om tillförlitligheten och analysvariationer som förekommer när man använder sig av kapillärt blod vid analysering av substanser i blodet, jämfört med venöst blod. Det insamlade materialet består av vetenskapliga artiklar, litteratur och andra relevanta publikationer för undersökningsområdet. De vetenskapliga artiklarna framgår av tabellen (1) och är tagna från MLO, NCBI och PubMed. Artiklarna är begränsade till max 20 år gamla, förutom två artiklar som är äldre (1981 och 1999). De är begränsade till en längre tidsperiod, på grund av att under de senaste åren har det inte skett någon betydlig utveckling eller andra ändringar, som man bör ta i beaktande. Detta ämne och examensarbetets frågeställningar har under flera år diskuterats och man har under en längre tidsperiod forskat kring detta ämnet.

**Tabell 1:** Tabell över vetenskapliga artiklar som använts i examensarbete.

Vetenskaplig artikel	Författare	Publikationsår
Capillary versus venous haemoglobin determination in the assessment of healthy blood donors	Patel, A. J., Wesley, R., Leitman, S. F., & Bryant, B. J.	2013
Capillary blood sampling: national recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine	Krljeza, J. L., Dorotic, A., Grzunov, A., Maradin, M., & Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine	2015
Clinical Utility of a Fingerstick Technology to Identify Individuals with Abnormal Blood Lipids and High-Sensitivity C-Reactive Protein Levels	Parin Parikh, Heidi Mochari, Lori Mosca.	2009
Comparison between Capillary and Venous Blood Sampling for Lipoprotein Lipase Activity Measuring	Eva Pardina, Marta Cubells, David Ricart-Jané, Juan A. Baena-Fustegueras, Julia Peinado-Onsurbe	2018
Comparison of blood counts in venous, fingertip and arterial blood and their measurement variation	Yang, Z. W., Yang, S. H., Chen, L., Qu, J., Zhu, J., & Tang, Z.	2001
Finger-Stick Complete Blood Counts Comparison Between Venous and Capillary Blood	Rao, Lokinendi V. PhD; Moiles, Deborah PBT(ASCP); Snyder, Michael MD	2011
Hemoglobin measured by Hemocue and a reference method in venous and capillary blood: A validation study	Neufeld L, García-Guerra A, Sánchez-Francia D, Newton-Sánchez O, Ramírez-Villalobos MD, Rivera-Dommarco J.	2002

On the composition of capillary and venous blood serum	Kupke, I. R., Kather, B., & Zeugner, S.	1981
Precision, accuracy, and reliability of hemoglobin assessment with use of capillary blood	Saul S Morris, Marie T Ruel, Roberta J Cohen, Kathryn G Dewey, Bénédicte de la Brière, Mohammed N Hassan.	1999
Reliability of capillary hemoglobin screening under routine conditions	Ziemann, M., Lizardo, B., Geusendam, G., & Schlenke, P	2011
Significant differences between capillary and venous complete blood counts in the neonatal period	Kayiran, S. M., Ozbek, N., Turan, M., & Gürakan, B.	2003
Use of capillary blood count parameters in adults	Schalk, E., Heim, M. U., Koenigsmann, M., & Jentsch-Ullrich, K	2007

Frågeställningarna begränsar sökningen, genom att endast fokusera på variationerna i resultat mellan kapillärt och venöst blodprov och tillförlitligheten vid kapillärprovtagning. För att hitta och få tag på all relevant litteratur och material, användes sökord som är kopplade till frågeställningarna. Sökord som använts i arbetet, vid litteratursökningen i de olika databaserna är: phlebotomy, reliability, capillary blood, venous blood, analytical variations, capillary sampling, micro sampling, venous sampling, capillaryplasma, analysis results and skin puncture.

Forskningen och studierna kring jämförelsen av variationerna i resultatvärden och tillförlitligheten vid kapillärt och venöst blodprov är snäv och ytlig. Därför krävdes det många sökord för att kunna hitta relevanta artiklar och litteratur till arbetet.

## 5 Etiskt övervägande

Examensarbetet grundar sig på god vetenskaplig praxis, genom att man har iakttagit hederlighet, noggrannhet och i allmänhet omsorgsfullhet när examensarbetet har gjorts. I examensarbetet har det etiska övervägandet beaktats, genom att man har följt de etiska och moraliska förpliktelserna. Det etiska övervägandet har beaktats för att examensarbetet ska

vara etiskt godtagbart, tillförlitligt och resultaten ska vara trovärdiga. För att uppnå god vetenskaplig praxis, har man i examensarbetet uppgett alla källor som använts för att göra detta arbete och man har självständigt producerat fram egen formulerad text. Examensarbetet har planerats att genomföras som litteraturstudie, behandlat syfte, svarat på frågeställningarna och redovisat resultaten som man har fått tag på utifrån litteraturen. Till examensarbetet har man valt ut trovärdiga och relevanta källor och hänvisat till rätta källor i texten. (Forskningsetiska delegationen, 2012; Forskningsetiska delegationen, u.å.)

Examensarbetet är en kvalitativ litteraturöversikt, som inte innehåller några personliga observationer eller intervjuer. I examensarbetet har inte några personuppgifter behandlats. Detta innebär att inte några samtyckestillstånd krävs. (Forskningsetiska delegationen, 2012; Forskningsetiska delegationen, u.å.)

Frågeställningar i examensarbetet var:

- Vilka faktorer ökar/sänker tillförlitligheten vid kapillär blodprovstagning?
- Förekommer det skillnader i resultat om analysen utförts av kapillärt respektive venöst blod?
- Hur skiljer sig analysresultat värden från varandra vid venöst och kapillärt blodprov?
- Hur kan man öka tillförlitligheten hos analysresultaten vid användning av kapillärt blod?

I examensarbetet får läsaren ta del av en redogörelse över tillförlitligheten i kapillära blodprovs resultat, skillnader i resultat mellan kapillärt och venöst blod och svar på de frågeställningar som ställts i examensarbetet. Frågeställningarna i examensarbetet är välformulerade och noga utvalda, så att de passar examensarbetets syfte och rubrik. Sökorden har hjälpt till att hitta litteratur och resulterat i relevant litteratur och gjort det möjligt att framställa detta examensarbete.

## **6 Resultat av litteraturstudien**

Kapillärt blod skiljer sig från venöst blod, till dess koncentration och substans-halt. Det kapillära blodet är en blandning av arteriellt, kapillärt och venöst blod. Efter kapillär



blodprovstagningen innehåller blodprovet även en del interstitiell vätska (vävnadsvätska) och intracellulära vätskor. Kapillära blodprovet och mer specifikt dess plasma kommer därför att vara mera ”utspätt”, än det venösa plasmat som inte vanligtvis innehåller vävnadsvätska. Till en viss del liknar koncentrationen av kapillärt blod mera arteriellt blod än venöst blod, speciellt när man analyserar blodgaser och pH-värdet i blodet. Detta leder till att vissa analysers resultatvärde kommer att variera mellan kapillärt och venöst blodprov. Därför har man gjort skilda referensvärden på kapillära och venösa laboratorieundersökningsanalyser. (A.D.A.M., Inc., 2019; LabCE, u.å.c; MLO, 2008; Neoteryx, 2020a; Neoteryx, 2020b)

På grund av att halterna av substanser skiljer sig från varandra i kapillärt och venöst blodprov, kan kapillärt och venöst blod endast användas utbytbart för vissa laboratorieundersökningsanalyser. Det är även viktigt att vara medveten om att hemolyskänsliga laboratorieundersökningsanalyser så som till exempel kalium (P-Kalium) och kreatin (P-CK), på grund av att hemolys stör analyseringen, inte går att analyseras ur kapillärt blodprov. Det gäller även olika och speciella laboratorieundersökningar som kräver en större mängd blodvolym (plasma/ serum) eller kontamineringsrisken (interstitiell vätska) är stor. Dessa typer av laboratorieundersökningsanalyser är bland annat analyser som kräver stor blodvolym, erytrocytsedimenteringshastighet (ESR), blododling och olika koagulationsundersökningar, på grund av att vävnadsvätskan främjar att koagulationsprocessen sätts igång. I dessa fall är venös blodprovstagnning rekommenderad. (A.D.A.M., Inc., 2019; LabCE, u.å.c; MLO, 2008; Neoteryx, 2020a; Neoteryx, 2020b)

## **6.1 Mätosäkerheten i kapillära blodprov**

Utifrån studier som gjorts har det påvisats att kapillär blodprovstagnning medför i vissa situationer större mätosäkerhet, än ven blodprovstagnning. Mätosäkerhet som uppkommer vid kapillär blodprovstagnningen består av imprecision, som beror på slumpfel och bias (systematiska fel). Utöver mätosäkerhet kan även olika typer av variationsorsaker förekomma, så som preanalytiska faktorer som minskar på pålitligheten av blodprovets resultat. Mätosäkerheten beror på de preanalytiska faktorerna och eftersom kapillär blodprovstagnning leder till en varierad grad av hemolys och en viss tillblandning av vävnadsvätska i provet. Preanalytiska faktorer, kallas orsakerna till osäkra och felaktiga blodprovssvar. Dessa faktorer inverkar på tillförlitligheten av kapillära blodprovets analysresultat. Felkällorna förekommer vid provtagningen, provtransporten, felmätning och

rapportering av analysresultat. Provtransportvariationer är bland annat tiden det tar från provtagningen till analyseringen av provet, temperaturvariationer och mekanisk påverkan. (Theodorsson et al., s. 25-28 & 39, 2018)

## **6.2 Faktorer som påverkar tillförlitligheten av resultat vid kapillär blodprovstagning**

Genomgången av litteraturen har visat att det är de preanalytiska faktorerna (omständigheterna före analyseringen av blodprovet), som är de problematiska faktorerna vid kapillär blodprovstagningen. Detta är på grund av att de preanalytiska faktorerna under kapillär blodprovstagningen, har visat sig påverka på tillförlitligheten av det kapillära blodprovets resultat. Tillförlitligheten vid kapillär blodprovstagning och själva kapillära blodprovet anses vara mera varierande och beroende av de preanalytiska faktorerna, än de andra blodprovstagningsmetoderna, på grund av att det förekommer en varierad grad av hemolys och tillblandning av vävnadsvätskan i det kapillära blodprovet. Dålig och otillförlitlig kapillär blodprovstagning medför otillförlitliga kliniska analysresultat. Detta kan i värsta fall leda till att det förekommer falskt höga och falskt låga halter vid analyseringen av kapillära blodprov. Vid kapillär blodprovstagningen finns det flera faktorer som kan påverka på tillförlitligheten av resultatvärden, (A.D.A.M., Inc., 2019; CLSI, 2020; Glasgow-Roberts, 2021; Lemburg, 2017; ScienceDirect, u.å.; Ziemann et al., 2011)

Dessa faktorer som påverkar pålitligheten av analysresultat är bland annat:

- Flödet av blod efter hudpunkteringen
- Torka bort första bloddroppe för vissa analyser, till exempel Hb
- Luftbubbla i kapillärrör
- Provtagningsstället
- Kroppsläge
- Ödem
- Ökad hemolys risk
- Hematom

Dessa ovannämnda uppräknade faktorer som påverkar på analysvärden är de mest väsentliga vid kapillär blodprovstagning, men det förekommer även andra mera specifika, individuella och mindre väsentliga faktorer. För att minimera mätosäkerheten, variationerna i analysresultaten och öka på tillförlitligheten av kapillära blodprovets resultat, är det viktigt att vara medveten om och försöka undvika dessa faktorer och utföra en korrekt kapillär blodprovstagning, med god rutin. Se bilaga (1). (A.D.A.M., Inc., 2019; CLSI, 2020; Glasgow-Roberts, 2021; Lemburg, 2017; ScienceDirect, u.å.;

### **6.2.1 Hemostas**

Hemostas eller koagulation, är cirkulationssystemet förmåga att stilla en blödning och på samma gång undvika en oönskad trombocytbildning i kroppen. Denna process sker med hjälp av kroppens egna eller främmande medel. Hemostasen, koagulationsprocessen, delas in i 3 olika delprocesser; (Biomedicinskanalytiker, 2015)

- primära hemostasen
- plasmakoagulationen
- fibrinbildningen

Ifall det förekommer fibrinkoagel i blodprovet, stör de analysen och medför mindre tillförlitliga analysresultat. Laboratorieundersökningar så som till exempel PVK, koagulationsundersökningar och troponin, kommer att ge falska analysresultat, ifall det förekommer fibrinkoagel i blodprovet. Prover som innehåller koagel bör kasseras och ett nytt blodprov bör tas, för att utföra analyseringen av blodprovet. Ifall prov som innehåller fibrinkoagel inte upptäcks under analyseringen, kommer de att ge falska analysresultat För att undvika koagulation torde man få det bra stucket och blodprovet bör bli väl omblandat direkt efter provtagningsstunden. Blodprov som innehåller antikoagulanter, som tillsätsämne i provrör, förhindrar koaguleringsprocessen i helblod, genom att endera inhibera trombinaktiviteten eller binda kalciumjoner. (Biomedicinskanalytiker, 2015)

### **6.2.2 Hemolys**

Hemolys av blodprovet innebär att erythrocyterna har gått sönder (sönderfallit) på grund av en skada på deras cellmembran. Detta betyder att det bildas iskristaller i erythrocyterna och hemoglobinet läcker ut i plasma/serum. Det är ett fenomen som stör

laboratorieundersökningsanalysen av blodprovet och kan medföra förhöjda eller för låga resultatvärden. En ökad hemolys upptäcks genom tillsyn av blodprovets plasma/serum eller genom automatiserad mätning av fritt hemoglobin. Fritt hemoglobin stör mätningar av flera komponenter på flera sätt, så som koncentrationen av ämnen som förekommer i höga halter i blodkropparna ökar i plasma. Dessa är substanser så som till exempel kalium, järn, ASAT och LD, kommer att ge förhöjda värden. Vid fotometrisk metod kan hemoglobinet färga plasma-/serumdelen och därför höja resultatvärdet, eftersom mer ljus absorberas vid mätning av substansen. (CLSI, 2020; Glasgow-Roberts, 2021; Theodorsson et al., s. 28, 2018)

För att minska hemolysering, bör man vid provtagningen låta huden torka efter att man putsat med desinfektionsmedel, få ett bra stick och låta blodet flöda i en lämplig hastighet. Hematom (blåmärke) är ett tillstånd på huden, som kan öka risken av att det förekommer hemolys i provet. Därför rekommenderas det att inte ta blodprov från ett ställe var det förekommer blåmärke på huden. (CLSI, 2020; Glasgow-Roberts, 2021)

### **6.2.3 Ödem**

Det finns platser på människokroppen som inte får användas och bör undvikas vid kapillärprovtagning, för att de kan ge falska undersökningsresultat. Dessa är bland annat infekterade områden, brännskador, ärrbildning och ödem. Ödem är svullnad i kroppen, på grund av att det samlats vätska i vävnaden. Tillståndet uppstår då det kapillära osmotiska trycket är mindre än det hydrostatiska trycket i kapillärerna. Detta betyder att det kommer för mycket vätska till vävnaderna, än vad det transporteras bort från vävnaderna och leder till att det förekommer för mycket vätska i vävnaderna. Ifall man tar blodprov från ett ödemställe på kroppen, kommer provet att innehålla en falsk stor mängd vävnadsvätska, vilket leder till att analysresultaten kan bli mindre tillförlitliga. Därför rekommenderas det att inte ta blodprov från ett ställe på huden var det förekommer ödem. (CLSI, 2020; Glasgow-Roberts, 2021)

### **6.2.4 Blodflödet**

Under provtagningen bör blodflödet alltid vara naturligt, och inte påtvingat, för att blodprovet ska gå att analysera och för att blodprovresultatet ska vara tillförlitligt. Ifall blodflödet är långsamt och man inte får tillräckligt med blod, är det bättre att göra ett nytt stick istället för att pressa ut blod. Om man försöker tvinga fram blod och pressar (mjölkar)

ut blod från punktions platsen, kommer det att leda till en ökad hemolys, koagulation och det kommer automatiskt med en ökad mängd interstitialvätska (vävnadsvätska), som förekommer i vävnaden. Detta kommer att medföra falska, variationer och minskad tillförlitlighet i laboratorieundersökningsresultaten. (CLSI, 2020; Glasgow-Roberts, 2021)

För att det ska komma tillräckligt med blod i ett normalt blodflöde, förutsätts det ett bra stick, att patientens hand och fingrar är varma och att handen och armen är avslappnad. Valet av lansett har även betydelse för hurdant blodflödet efter hudpunktionen kommer att vara. Ifall lansetten är större och den sticker djupare kommer det att leda till ett större blodflöde. Uppvärmning av punktions platsen, ökar det arteriella blodflödet. Studier har dock visat att det inte är nödvändigt med föruppvärmning av punktions platsen, utan i första hand är det ett bra stick som medför bra blodflöde. Men genom att värma upp handen och specifikt punktionsstället i förväg, kan ökat kapillärt blodflöde minimera behovet att ytterligare behöva trycka på och pressa ut blod från hudpunktionsstället. (CLSI, 2020; Glasgow-Roberts, 2021)

Kroppsläget och att patienten har suttit en kort stund före provtagningen, har även betydelse hur bra blodet flödar i blodkärlen och hur substanserna är fördelade i blodet och plasmat. För att optimera bästa möjliga blodflöde, ska armen och handen riktas neråt. Detta ska göras för att blodet ska flöda i en naturlig riktning. Det är bevisat att plasmavolymen minskar i blodet med 8-10% vid ändring av kroppsläge, från liggande till stående. Korrigeringen av kroppsläget resulterar i att koncentrationen av blodkroppar och makromolekyler, bindarproteiner för hormoner och läkemedel ökar med ca. 8-10% i blodet. Hemoglobin, calcium och tyreoida värdet varierar ifall patienten inte har suttit ner en stund före provtagningen. Det är även bevisat att halten CK, myoglobin, calcium, albumin och natrium stiger vid kraftig ansträngning och muskelarbete, så som handknytning. (CLSI, 2020; Glasgow-Roberts, 2021; Theodorsson et al., s. 36, 2018)

### **6.3 Analysresultat variationer mellan kapillärt blod och venöst blod**

Utifrån studier som gjorts har det påvisats att det förekommer skillnader i resultat om analysen utförts av kapillärt respektive venöst blod. Studier har gjorts, där man har genomföra en jämförelse av olika kliniskt biokemiska ämnen (substanser), ur kapillära- och venösa serumblodprov. Jämförelsen gjordes på en grupp friska fastande vuxna (20–30 år) personer.

Det visade sig att oorganiskt fosfor- och ureakoncentrationer var överensstämmande i kapillärt och venöst serumblodprov. Dock förekom det signifikant variation i analysvärden i totala proteinkoncentrationen, bilirubin-, kalcium-, natrium- och kloridhalten. Dessa analysvärden (substanser) var lägre (>5%) i kapillärt blod, än i venöst serum. Glukoskoncentrationen var däremot högre i kapillärt blodprov än i venöst serum. På icke-fastande personer bör blodprov för glukosbestämning tas kapillärt, på grund av att glukoskoncentrationen i venöst blod är ca 1 mmol/l lägre än i kapillärt blod. I icke-hemolystiska kapillära blodprov var kaliumkoncentrationen ungefär densamma, eventuellt en aning lägre, än i venösa blodprov. (A.D.A.M., Inc., 2019; Kupke et al., 1981; ScienceDirect, u.å.; Theodorsson et al., s. 37, 2018)

Det är känt att hematokritnivå (Hkr), andelen blodkroppsmassa, antalet erythrocyter (röda blodkroppar) och hemoglobinkoncentrationen i kapillärt blod kan vara något högre än i venöst blod. En jämförelse av hemoglobinvärden mellan kapillärt och venöst blod har gjorts, genom att man analysera kapillärt EDTA blodprov och venöst EDTA blodprov. Kapillärt fingerstick hemoglobinblodprov analyserades med HemoCue (automatiserad cellräknar-analysator) och det venösa blodprovet analyserades med Cell-Dyn. Resultatet gav en variation på 6%. Hemoglobin som gjordes enligt kapillär HemoCue - test fick ett värde på  $\geq 125$  g/L och genom Cell-Dyn-test fick man ett värde på  $<125$  g/L. En annan liknande studie har gjorts, då man jämförde kapillärt hemoglobinblodprov med venöst hemoglobinblodprov. Resultatet i denna studie var att kapillärt hemoglobinblodprov (HemoCue), blev betydligt högre, än venöst hemoglobinblodprov (HemoCue). (Neufeld et al., 2002; Patel et al., 2013; Ziemann et al., 2011)

En annan studie som gjorts, visar i att kapillärt Hb, Hkr, WBC (totala leukocyt-talet), RBC (totala erythrocyt-talet) och MCV värden är alla betydligt högre i kapillärt blod, än i venöst blod. MCHC är dock lägre i kapillärt blod och det förekommer ingen variation i trombocyt-talet. Resultaten från studien framgår av tabellen (2). (Schalk et al., 2007)

**Tabell 2:** Tabell över PVK-resultat då analysen utförts av kapillärt blod, jämfört med venöst blod.

Kapillärt PVK-resultat, jämfört med venöst blodprov	
Hb	+ 3 g/l
Hkr	+2%
WBC	+0,2 $10^9/l$
RBC	+0,1 $10^{12}/l$
MCV	+3,1 fl
MCHC	-9,6 g/l

Dessa förekommande skillnader beror på att en hel del plasma (vattnet, H<sub>2</sub>O) går ut ur kapillärerna och blandas med vävnadsvätskan, för att igen absorberas (sugas upp) i slutet av kapillärerna. Vätskan som blir kvar i vävnaderna sugas upp av lymfkapillärer och transporterar vätskan tillbaka till blodomloppet. (LabCE, u.å.b; NCBI, 2010)

Utifrån andra studier som gjorts, har det även påvisats en variation i monocytt-värdet mellan kapillärt och venöst blod. Totala antalet leukocyter och neutrofiler kan även vara något högre i kapillärt blod än venöst blod. Trombocyt antalet verkar däremot omvänt, då det är högre i venöst blod än kapillärt blod. Dessa skillnader minimeras när man erhåller fritt flöde av blod efter hudpunkteringen. Hos nyfödda är kapillära koncentrationen signifikant annorlunda än det venösa. Därför är hemoglobinhalten och hematokritnivå-värdet hos nyfödda, upp till 12% högre i kapillära blodprov, än i venblodprov. (Rao et al., 2011; Kayiran et al., 2003; Ziemann et al., 2011)

Variationer i blodnivåer mellan kapillärt och venöst blod har även studerats då man analyserar totala kolesterol-halten, LDL kolesterol-halten, HDL kolesterol-halten, triglycerid-halten och högkänsligt C-reaktivt protein-halten (hsCRP). Denna studie resulterar i en hyfsat bra korrelation (samband). Detta innebär att man har studerat riktningen av ett samband, mellan två variabler. Den maximala positiva korrelationen (förekommer samband) anger korrelationskoefficient 1 och -1 anger maximalt negativ korrelation (inget

samband). Resultatet med studien påvisar att det förekommer en korrelation mellan kapillärt och venöst blodprov. Det betyder att alla kolesterolhalter är  $p < 0,01$  och hsCRP är  $p < 0,0001$ . Resultaten från studien framgår av tabellen (3). Resultatet med denna studie är att kapillärprovtagningens känslighet och specificiteten för att påvisa onormala lipid värden och hsCRP var alla  $\geq 75\%$ . Detta innebär att kapillär blodprovstagning är en klinisk bra och lämplig metod att använda, för att identifiera personer med onormala lipidhalter och hsCRP-värden. (Parikh et al., 2009)

**Tabell 3:** Tabell över korrelationen mellan kapillärt och venöst blod, då man studerar kolesterol- halter och högkänsligt C-reaktivt protein-halten i kapillärt blod och venöst blod.

Korrelationen mellan kapillärt och venöst blodprov: Kolesterol- & högkänsligt C-reaktivt protein (hsCRP)	
Totala kolesterolhalten	0,91
LDL-halten	0,88
HDL-halten	0,77
Triglycerid-halten	0,93
hsCRP	0,81

En sammanfattning av variationer i halten av substanser och skillnader i resultat som förekommer mellan kapillärt och venöst blodprov, är att det förekommer en betydelsefull variation mellan kapillärt och venöst blod. I helhet kan man säga att kapillära koncentrationen är högre hos nyfödda, än hos vuxna friska människor. PVK- analysresultat (blodbild), så som Hb-värdet, Hkr-värdet, leukocyttallet, erytrocyttallet och MCV-värdet är högre i kapillärt blod och MCHC- värdet är högre i venöst blod. (Yang et al., 2001). Biokemiska analyser (substanser) så som kalcium-, kalium-, klorid-, fosfor-, urea-halten och totala proteinkoncentrationen är oftast en aning lägre i kapillärt blodprov, medans glukoshalten i kapillärt helblod och plasmahalten i blodprov är signifikant högre, än i venöst blodprov. Lipoproteinlipas (LPL) aktiviteten i kapillärplasma är även betydelsefullt högre,



än i venöst plasma. Däremot kan venöst plasma innehålla en aning högre koncentration av natrium-, urea- och kalium-halt. (Peinado-Onsurbe et al., 2018; Morris et al., 1999)

## 7 Analys av litteraturstudien

Litteraturen som fåtts utifrån litteratursökningen är forskningsstudier som gjorts för att jämföra analysvärden mellan kapillärt och venöst blodprov. Forskningen mellan kapillärt och venöst blodprov är snäv och ytlig. Den behandlar till största del de vanligaste och mest använda laboratorieundersökningarna inom vården, så som till exempel PVK (blodbild), lipidvärden och de vanligaste biokemiska substanserna, för att forskningsresultaten ska vara till så stor nytta som möjligt. (Theodorsson et al., s. 35, 2018)

Slutsatser man kan dra utifrån forskningsresultaten som fåtts genom denna litteraturöversikt är att, fast man har tagit hänsyn till de förekommande WHO:s kapillär blodprovtagningsföreskrifterna, se bilaga (1), och försökt minimera de systematiska felkällorna, kvarstår fortfarande analysens imprecision (pålitlighet) och den biologiska variationen (Theodorsson, Berggren Söderlund, Backman Johansson & Laurell, s. 43, 2018). Dessa faktorer kommer att medföra en liten variation i analysresultaten, som inte går att påverka. Därför har flera laboratorieundersökningsanalyser ett referensintervall, istället för ett exakt referensvärde, där normalvärden ligger inom referensområdet. Skillnaderna i analysresultaten och substans-halterna som förekommer mellan kapillärt och venöst blod i de vanligaste laboratorieundersökningarna, är i de flesta fall minimala. Att redogöra för alla förekommande laboratorieundersökningar, variationer och skillnader i analysresultat för över hundratals analyser, är dock omöjligt. Litteraturstudien i examensarbetet tar upp exempel på några typer av variationer och skillnader i analysresultaten, som förekommer i de vanligaste och mest använda laboratorieundersökningsanalyserna. (Theodorsson et al., s. 35, 2018)

Utifrån de vetenskapliga artiklarna, se tabell (1), kan man påvisa att kapillärt blod i många fall ger pålitliga resultatvärden. Kapillär blodprovtagningsmetoden kan ge lika kliniskt högkvalitativa resultat, som venösblodprovstagning, ifall blodsamlingsmetoden och provkompositionen är den rätta. Venös blodprovstagning ger en korrekt diagnos, medans kapillärt blodprov används till en stor del för att ge ett snabbare resultatvärde och ett dugligt jämförelsetal, till exempel vid POCT- analyser. Slutsatsen är dock den att kapillärt och

venöst blodprov inte alltid kan användas utbytbart för vissa laboratorieundersökningsanalyser. (A.D.A.M., Inc., 2019; Kayiran et al., 2003; Lemburg, 2017; Rao et al., 2011; ScienceDirect, u.å.; Ziemann et al., 2011)

För att utföra analysen av vissa laboratorieundersökningar går det inte att använda kapillärt blodprov, på grund av att det förekommer en ökad hemolys och en viss tillblandning av vävnadsvätska i blodprovet. Vissa laboratorieundersökningar som analyseras från serum, kräver även en större blodvolym, som inte är möjlig att få kapillärt från fingret. Det förekommer även en signifikant skillnad i koncentrationen och substans-halterna mellan kapillärt och venöst blod, som medför variationer i analysvärden. Därför tillåter nationella riktlinjer till exempel en varians på +/- 8,9% för kolesterol, beroende på om blodprovet är taget genom kapillär blodprovstagning eller venösbloodprovstagning. (A.D.A.M., Inc., 2019; Kayiran et al., 2003; Lemburg, 2017; Rao et al., 2011; ScienceDirect, u.å.; Ziemann et al., 2011)

När man tolkar studieresultaten som fåtts utifrån litteratursökningen, ser man att det förekommer ett samband mellan blodprovets pålitlighet och variationerna i analysresultaten. I allmänhet gäller det för alla sorters provtagning, att den preanalytiska fasen ska vara korrekt utförd, för att resultatet sedan ska vara tillförlitligt. Vid kapillärprovtagningen är det speciellt viktigt med en korrekt provtagning för att få kliniskt tillförlitliga analysresultat. Detta är på grund av att det förekommer flera preanalytiska faktorer som påverkar pålitligheten/tillförlitligheten av analysresultaten, under kapillär blodprovstagning än vid venös blodprovstagning. De preanalytiska faktorerna spelar en specifik roll på ökad precision (noggrannhet). Till exempel en faktor som spelar roll är, hur länge det tar att samla upp blodet i kapillärprovörret. En laboratorieundersökning som är känslig för detta är exempelvis P-INR. INR- blodprovets analysresultat, då man analyserar protrombin (koagulationstiden), kan på grund av denna faktor, ifall tiden är förlängd, bli mindre tillförlitlig. Genom att minimera på de preanalytiska felkällorna som är uppräknade i examensarbetet, kan man öka på kapillära blodprovets resultat. (A.D.A.M., Inc., 2019; Kayiran et al., 2003; Lemburg, 2017; Rao et al., 2011; ScienceDirect, u.å.; Ziemann et al., 2011)

## 8 Diskussion

Syftet med detta examensarbete är att få en utredning av tillförlitligheten av resultat när man använder sig av kapillärt blod och variationer som förekommer i resultat mellan kapillärt och venöst blodprov. Till arbetet har det samlats in information från olika källor, så som litteratur, vetenskapliga artiklar och sidor från internet inom undersökningsområdet. För att svara på frågeställningarna som gjorts till detta examensarbete, gjordes en kvalitativ litteraturöversikt. Litteraturöversikten användes som metod för att sammanställa litteraturen utifrån vetenskapliga artiklar och annan relevant litteratur.

I examensarbetet får man en inblick i vilka faktorer som påverkar tillförlitligheten av resultatet i kapillärt blodprov och vilka variationer som förekommer i resultat mellan kapillärt och venöst blodprov. Jag hoppas att examensarbetet ska kunna gynna studerande och lab-personal, men även andra intresserade. Examensarbetet ger även information om vilka blodprov som kan tas kapillärt och vilka som rekommenderas att tas venöst. Den teoretiska bakgrunden i examensarbetet innehåller och bygger på information om kapillärt och venöst blod, för att läsaren ska få en bättre förståelse kring varför det kan uppstå variationer i resultat och falska analysresultat vid analysering av kapillära och venösa blodprov. Man får även ta del av en förklaring om skillnaden mellan kapillär- och venösbloodprovstagning.

Jag tycker att examensarbetet svarar tämligen bra på de uppgjorda frågeställningar till detta arbete, genom att man får reda på vilka faktorer som påverkar tillförlitligheten vid kapillärt blodprov och hurdana analysresultatvariationer det förekommer vid kapillärt och venöst blodprov. Det man bör komma ihåg är att skillnaderna i resultaten som är uppräknade i examensarbetet, är exempel på några laboratorieundersökningar där halterna skiljer sig åt i kapillärt, respektive venöst blod/plasma/ serum. Resultaten är baserade på den relevanta litteraturen som man har fått tag på, genom litteratursökningen. Tips för ny studie skulle vara att i praktiken göra en jämförelse mellan kapillärt och venöst blod på de vanligaste laboratorieundersökningarna och framföra resultaten i en tabell, för att möjliggöra en visuell bild och göra det enklare för läsaren att sammanställa förekommande variationerna i analysresultaten.

Det mest utmanande med detta examensarbetet var att hitta relevant litteratur och pålitliga källor, på grund av att det inte har gjorts många ingående och klara studier och forskning i ämnet. För att hitta den relevanta litteraturen och vetenskapliga artiklarna var sökorden till

nytta. Till en början var det svårt att hitta artiklar som hänvisade till relevant information. Men ju fler och snävare sökord jag använde mig av, desto lättare blev det att hitta information som var relevant för examensarbetet. Under litteratursökningen, påträffades det vartefter nya sökord som gjorde litteratursökningen mera ingående och relevant.

Examensarbetet har gett mig nytt och fördjupat kunnande och en större förståelse om skillnaderna mellan kapillärt och venöst blodprov och insikt i variationer i resultat som förekommer mellan kapillärt och venöst blod. Att göra detta examensarbete har även ökat förståelsen om varför det är möjligt att använda kapillärt blodprov utbytbart, endast för vissa laboratorieundersökningar. Examensarbetet har gett mig kunskap om vilka blodprov som inte kan tas kapillärt, vilka som rekommenderas att tas venöst och vilka som kan tas kapillärt och hur referensvärdena skiljer sig från varandra vid kapillärt och venöst blodprov.

## Litteraturförteckning

- A.D.A.M., Inc. (2019). *Capillary sample*. [Online].  
<https://www.ucsfhealth.org/medical-tests/capillary-sample> [Hämtad 2021-03-25]
- Biomedicinskanalytiker. (2015). *Homeostas; hemostas och fibrinolys*. [Online].  
<https://biomedicinskanalytiker.org/2015/05/22/hemostas/> [Hämtad 2021-03-29]
- Clinical and Laboratory Standards Institute [CLSI]. (2020). *GP42-Collection of Capillary Blood Specimens*. [Online].  
[https://clsi.org/media/3819/gp42ed7\\_sample.pdf](https://clsi.org/media/3819/gp42ed7_sample.pdf) [Hämtad 2021-10-01]
- Dreamstime. (u.å.). *Capillary bed labeled*. [Online].  
<https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photo-capillary-bed-labeled-image8980315> [Hämtad 2021-10-01]
- Dugué, B. (2009). Vad var och en bör veta om preanalytiska faktorer. *Finska läkarsällskapets handlingar*, 169(2), 17–21.  
<https://www.fl.s.fi/Site/Data/884/Files/209%20Dugue.pdf>
- Forskningsetiska delegationen. (2012). *God vetenskaplig praxis och handläggning av misstankar om avvikelser från den i Finland*. [Online].  
[https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf) [Hämtad 2021-10-01]
- Forskningsetiska delegationen. (u.å.). *God vetenskaplig praxis*. [Online].  
<https://tenk.fi/sv/forskningsfusk/god-vetenskaplig-praxis-gvp> [Hämtad 2021-10-01]
- Garza D, Becan-McBride K. Capillary of dermal blood specimens. In: Garza D, Becan-McBride K, eds. *Phlebotomy Handbook*. 10th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson; 2018: chap 11.
- Glasgow-Roberts, N. (2021). *Best practices in capillary blood collection*. [Online].  
<https://www.mlo-online.com/diagnostics/specimen-collection/article/21206382/best-practices-in-capillary-blood-collection> [Hämtad 2021-10-27]
- Gräsbeck, R. (2004). The evolution of the reference value concept. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 42(7), 692-697.  
<https://doi.org/10.1515/CCLM.2004.118>
- Gräsbäck, R. & Fellman, J. (2009). Normal Values and Statistics. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 21(3), 193–195.  
<https://doi.org/10.3109/00365516809076984>
- Human. (u.å.). *Capillary blood- Can it replace venous blood?* [Online].  
<https://www.human.de/lab-professionals/trends-topics/capillary-blood-can-it-replace-venous-blood/> [Hämtad 2021-03-25]

Kayiran, S. M., Ozbek, N., Turan, M., & Gürakan, B. (2003). Significant differences between capillary and venous complete blood counts in the neonatal period. *Clinical and laboratory haematology*, 25(1), 9–16. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2257.2003.00484.x>

Krleza, J. L., Dorotic, A., Grzunov, A., Maradin, M., & Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine (2015). Capillary blood sampling: national recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochemia medica*, 25(3), 335–358. <https://doi.org/10.11613/BM.2015.034>

Kupke, I. R., Kather, B., & Zeugner, S. (1981). On the composition of capillary and venous blood serum. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry*, 112(2), 177–185. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(81\)90376-4](https://doi.org/10.1016/0009-8981(81)90376-4)

LabCE. (u.å.a). *Capillary, Arterial, and Capillary Blood Specimens*. [Online]. [https://www.labce.com/spg296242\\_venous\\_arterial\\_and\\_capillary\\_blood\\_specimens.aspx](https://www.labce.com/spg296242_venous_arterial_and_capillary_blood_specimens.aspx) [Hämtad 2021-10-01]

LabCE. (u.å.b). *Composition of capillary blood*. [Online]. [https://www.labce.com/spg860122\\_composition\\_of\\_capillary\\_blood.aspx](https://www.labce.com/spg860122_composition_of_capillary_blood.aspx) [Hämtad 2021-10-01]

LabCE (u.å.c). *Testing Situations When Capillary Blood Collection is Not Appropriate*. [Online]. [https://www.labce.com/spg860124\\_testing\\_situations\\_when\\_capillary\\_blood\\_collection.aspx](https://www.labce.com/spg860124_testing_situations_when_capillary_blood_collection.aspx) [Hämtad 2021-10-18]

LabTest Online. (2021). *Reference Ranges and What They Mean*. [Online]. <https://labtestsonline.org/articles/laboratory-test-reference-ranges> [Hämtad 2021-10-01]

Lemburg, K. (2017). *Capillary Blood Sampling*. [Online]. <https://clpmag.com/diagnostic-technologies/hematology-serology/capillary-blood-sampling/> [Hämtad 2021-03-25]

Lunds Universitet. (2021). *Arbetsterapi: Skriva litteraturöversikt*. [Online]. <https://libguides.lub.lu.se/arbetsterapi/litteraturoversikt> [Hämtad 2021-03-29]

Matikainen, A., Miettinen, M., Wasström, K. & Rusanen, S. (2016). *Näytteenottajan käsikirja* (2., uudistettu painos.). Edita.

Medical Laboratory Observer [MLO]. (2008). *Capillary-Blood gases: To arterialize or not*. [Online]. <https://www.mlo-online.com/home/article/13003053/capillaryblood-gases-to-arterialize-or-not> [Hämtad 2021-10-01]

Morris, S. S., Ruel, M. T., Cohen, R. J., Dewey, K. G., Brière, B. & Hassan, M. N. (1999). Precision, accuracy, and reliability of hemoglobin assessment with use of capillary blood, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1243–1248.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/69.6.1243>

National Cancer Institute. (u.å.) *Classification & Structure of Blood Vessels*. [Online].  
<https://training.seer.cancer.gov/anatomy/cardiovascular/blood/classification.html> [Hämtad 2021-01-12]

NCBI. (2010). *How does the blood circulatory system work?* [Online].  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279250/> [Hämtad 2021-10-01]

Neoteryx. (2021). *Capillary blood collection: advantages and disadvantages*. [Online].  
<https://www.neoteryx.com/microsampling-blog/advantages-and-disadvantages-of-capillary-blood-collection> [Hämtad 2021-10-01]

Neoteryx. (2020a). *Capillary blood vs venous blood: composition of capillary blood*. [Online].  
<https://www.neoteryx.com/microsampling-blog/capillary-blood-vs.-plasma-how-close-is-microsampling-to-the-golden-standard> [Hämtad 2021-10-01]

Neoteryx. (2020b). *Does capillary blood yield the same venous blood quality results?* [Online].  
<https://www.neoteryx.com/microsampling-blog/capillary-blood-can-it-lead-to-quality-results> [Hämtad 2021-10-01]

Neufeld, L., García-Guerra, A., Sánchez-Francia, D., Newton-Sánchez, O., Ramírez-Villalobos, MD. & Rivera-Dommarco, J. (2002). Hemoglobin measured by Hemocue and a reference method in venous and capillary blood: A validation study. *Salud Publica Mex* 44, 219-227.  
[https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/spm/v44n3/a05v44n3.pdf](https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/spm/v44n3/a05v44n3.pdf)

Parikh, P., Mochari, H. & Mosca, L. (2009). Clinical utility of a fingerstick technology to identify individuals with abnormal blood lipids and high-sensitivity C-reactive protein levels. *American journal of health promotion: AJHP*, 23(4), 279–282.  
<https://doi.org/10.4278/ajhp.071221140>

Patel, A. J., Wesley, R., Leitman, S. F. & Bryant, B. J. (2013). Capillary versus venous haemoglobin determination in the assessment of healthy blood donors. *Vox sanguinis*, 104(4), 317–323. <https://doi.org/10.1111/vox.12006>

Peinado-Onsurbe, J., Pardina, E., Cubells, M., Ricart-Jané, D. & Baena- Fustegueras, J. A. (2018). Comparison between Capillary and Venous Blood Sampling for Lipoprotein Lipase Activity Measuring. *International Journal of Hematology and Therapy*, 4(2): 36-44. <https://doi.org/10.15436/2381-1404.18.1836>

Rao, L. V., Moiles, D. & Snyder, M. (2011). Finger-Stick Complete Blood Counts Comparison Between Venous and Capillary Blood. *The Journal of Near*, 10 (3), 120-122. doi: 10.1097/POC.0b013e31822814e0

Schalk, E., Heim, M. U., Koenigsmann, M. & Jentsch-Ullrich, K. (2007). Use of capillary blood count parameters in adults. *Vox sanguinis*, 93(4), 348–353. <https://doi.org/10.1111/j.1423-0410.2007.00978.x>

ScienceDirect. (2020). *Venous Blood*. [Online]. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/venous-blood> [Hämtad 2021-09-12]

ScienceDirect. (u.å.). *Capillary Blood*. [Online]. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/capillary-blood> [Hämtad 2021-03-25]

Theodorsson, E., Berggren Söderlund, M., Backman Johansson, C. & Laurell, C. (2018). *Laurells Klinisk kemi i praktisk medicin* (Tionde upplagan.). Studentlitteratur AB.

University Rochester Medical Center. (u.å.). *What Is Plasma?* [Online]. <https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?ContentTypeID=160&ContentID=37> [Hämtad 2021-10-01]

World Health Organization [WHO]. (2010). *WHO Guidelines on Drawing Blood: Best Practices in Phlebotomy*. Geneva. [Online]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138665/> [Hämtad 18-10-2021]

Yang, Z. W., Yang, S. H., Chen, L., Qu, J., Zhu, J. & Tang, Z. (2001). Comparison of blood counts in venous, fingertip and arterial blood and their measurement variation. *Clinical and laboratory haematology*, 23(3), 155–159. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2257.2001.00388.x>

Ziemann, M., Lizardo, B., Geusendam, G. & Schlenke, P. (2011). Reliability of capillary hemoglobin screening under routine conditions. *Transfusion*, 51(12), 2714–2719. <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2011.03183.x>



## Bilagor

### **Bilaga 1: Kapillär blodprovstagning tillvägagångssätt**

Krleza, J. L., Dorotic, A., Grzunov, A., Maradin, M. & Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine (2015). Capillary blood sampling: national recommendations on behalf of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine. *Biochemia medica*, 25(3), 335–358. <https://doi.org/10.11613/BM.2015.034>

### Kapillär blodprovstagning tillvägagångssätt

