



KANDIDATUPPSATS

Sammanfattning

Bakgrund

Plötslig hjärtdöd under fysisk aktivitet är en skrämmande och känsloladdad tragedi som drar till sig stor mediebevakning när det väl sker. Lyckligtvis är det en relativt ovanlig händelse men drabbar trots allt unga idrottare som oftast anses vara helt normalt friska. Plötslig hjärtdöd används som en term för en plötslig oväntad komplikation på det kardiovaskulära systemet vilket får en dödlig utgång normalt inom en timme efter första symptomen och drabbar personer med bakomliggande eller latenta sjukdomar på det kardiovaskulära systemet som sedan triggas igång vid fysisk ansträngning. Normalt brukar atleter delas in i två åldersgrupper, över och under 35 år, och den här litteraturstudien tar fasta vid den yngre generationen då det oftast är dessa som håller igång på elitnivå. Det är också i den kategorin de flesta oväntade dödsfallen sker vid fysisk aktivitet om kärlekskramp utesluts vilket ökar exponentiellt med stigande ålder efter 35 år.

Syfte

Syftet med den här litteraturstudien var att ur en objektiv synvinkel och på vetenskapliga grunder analysera kliniska artiklar för att beskriva fördelar, nackdelar samt kostnadsfrågan med att införa EKG-screening som standard inför fysisk aktivitet för specifikt definierade elitatleter.

Metod

En systematisk litteraturstudie genomfördes och efter litteratursökningen framkom 21 vetenskapliga artiklar av olika slag som bas för arbetet. Sedan sorterades 10 vetenskapliga kliniska artiklar fram för analys vilket resultatet bygger på.

Resultat

Ett införande av EKG-screening har minskat plötslig hjärtdöd i Italien med 89 % mellan åren 1979-2004. Det fanns en högre risk att drabbas av plötslig hjärtdöd för aktiva elitatleter. EKG-screening kan vara ett effektivt sätt att upptäcka hypertrof kardiomyopati men en annan studie fick motsatt resultat. Fallen för positivt negativa EKG resultat var relativt lågt. Hypertrof kardiomyopati är en väldigt ovanlig åkomma bland elitatleter. Ett standardiserat hjälpmedel för bedömning av EKG mätningar hjälper alla läkare och kan göra bedömningarna bättre. Kostnaderna för att införa EKG-screening för alla unga aktiva är hög och kommer förmodligen inte införas i länder som USA på många år.

Diskussion

Det finns mycket studier gjorda men endast ett fåtal kan i dagsläget visa siffror på att EKG-screening faktiskt reducerar plötslig hjärtdöd. Flera studier kommer varje år och det kommer förmodligen debatteras ett tag till, framförallt kring kostnader och resurser, men även kring dess effektivitet. Bättre teknologi i framtiden skulle förmodligen kunna underlätta kostnaderna och även förbättra utrustningen för EKG-screening.

ECG-Screening for young elite athletes

Abstract

Background

Sudden cardiac death (SCD) during physical activity is a frightening and emotional tragedy that draws huge media attentions when it occurs. Fortunately it is a relatively uncommon occurrence but happens nonetheless to young athletes who often seems to be in perfect health. SCD is used as a term for sudden unexpected complications on the cardiovascular system that leads to a deadly outcome normally within the first hour of onset of symptoms and the cause is some sort of underlying cardiovascular disease that gets triggered by physical activity. Normally athletes gets divided into two groups dependent on age, over and under 35 years, and this studies focus is on the younger group since it is often during this period athletes are at the elite level. It is also in this category the most unexpected sudden deaths occur that is not due to coronary atherosclerosis, which is the dominant cause of death, and drastically increases, for people over 35.

Aim

The aim of this study was to scientific and unbiased analyze peer-reviewed clinical articles to describe the pros, cons and cost to implement an ECG-screening as a standard before physical activities for specifically defined elite athletes.

Method

A systematic review was performed and after all data collection 21 articles was chosen to be used as a base for both background and analyze. At the end 10 articles was fulfilling the criteria to be used at the analyze and later the results.

Results

The implementation of ECG-screening has reduced SCD in Italy by 89 % between the years 1979-2004. There is a higher risk of SCD for active elite athletes. ECG-screening could be an effective way to detect hypertrophic cardiomyopathy but a similar study showed opposite result. The positive negative results from ECG are relatively low. Hypertrophic cardiomyopathy is a rare disease among elite athletes. A standardized help tool for ECG can help all sorts of physicians in judging the results from ECG. The cost for implementation of ECG-screening for all young athletes is high and will probably not be implemented in countries like USA for a foreseeable future.

Discussion

There are a lot of studies done on the matter but only a couple has shown any positive numbers that the implementation of en ECG-screening actually reduce the mortality to SCD. More studies are published every year and the debate will probably go on for a long time, especially concerning costs and resources but also about its effectiveness. Better technology in the future will probably make it a more affordable project, especially if it develops to be a more efficient tool.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	5
2. Bakgrund	6
2.1 Koppling till utbildningen	6
2.2 Hjärtats elektriska ledningssystem och EKG	6
2.3 Plötslig hjärtdöd	8
2.4 Tidigare forskning och dagens förundersökningar	9
2.5 Definition av elitidrottare	10
2.6 Problemformulering	11
3. Syfte	11
3.1 Frågeställningar:	11
4. Material och metod.....	11
4.1 Metodval.....	11
4.2 Urval – Inklusions- och exklusionskriterier	12
4.3 Sökstrategi och Datainsamling:	12
4.4 Bearbetning och Analys	12
4.5 Artikelgranskning	13
5. Resultat	13
6. Diskussion	16
7. Konklusion	19
8. Implikation	19
9. Referenser.....	20

1. Inledning

Plötslig hjärtdöd är ett problem som både skrämmer och kan drabba alla sorters atleter runt om i världen. Plötslig hjärtdöd kan slå till när som helst under fysisk aktivitet, ofta helt oväntat, för en person som har en odiagnostiserad eller latent hjärtsjukdom som t.ex. hypertrof kardiomyopati (1,2). Plötslig hjärtdöd har på senare tid fått stora rubriker i tidningar på grund av dess tragiska konsekvenser då det ofta drabbar unga individer och påverkar så klart även de många anhöriga runtomkring. Tillståndet betyder att hjärtat stannar på grund av olika patologiska fel i det kardiella systemet och dess incidens är för tillfället inte helt känt på grund av att olika studier definierar plötslig hjärtdöd och dess åldersgrupper m.m. på olika sätt (3), men incidenssiffror har diskuterats i studier och varierar en hel del. Som ett exempel har incidensen i USA nämnts ligga på allt från 0,6 till 7,5 per 100,000 av unga atleter (3).

I bakgrunden i den här studien beskrivs det mer ingående vad plötslig hjärtdöd betyder och vad det beror på. Det har länge diskuterats kring att införa ett EKG (elektrokardiogram) som en del av en förundersökning för elitatleter inför fysisk aktivitet och huruvida det går att upptäcka många av de hjärtsjukdomar som kan ligga till grund för fara vid fysisk ansträngning (2, 4). 1970-80 började frågan dyka upp, detta för att eventuellt kunna sänka incidensfallen så mycket som möjligt. Redan 1971 införde Italien som första land en lag som säger att alla atleter årligen ska testas före deltagande i tävlingar, lagen reviderades år 1981 för att inkludera obligatorisk EKG-screening (1). Efter det har debatten pågått, där de stora frågorna handlar om resurser och effektivitet, och de senaste 15 åren har debatten tagit fart ordentligt, mycket tack vare just de artiklar som baseras på den italienska erfarenheten där det kommit fram resultat som visar på färre fall av plötslig hjärtdöd vid användandet av EKG-screening (1). I den här litteraturstudien ges först en bakgrund till problemet, vad som sker vid plötslig hjärtdöd, hur EKG och det kardiella systemet fungerar och vilken kategori, gällande ålder och aktivitetsnivå, det gäller. Sedan följer en översikt över tidigare forskning kring ämnet innan en litteraturanalys tar vid med fokus på för och nackdelar med att införa EKG-screening, bl.a. med tanke på resurser i form av kompetens och kostnader. Studien fokuserar på unga atleter, under 35 år, då de flesta elitatleter är aktiva samt att orsaken till plötslig hjärtdöd snabbt går över till kärlekskramp med stigande ålder efter 35 år (2).

2. Bakgrund

2.1 Koppling till utbildningen

Inom biomedicin används olika mätmetoder och tester för att mäta en idrottares fysiska status, oftast handlar det om prestationsrelaterade mätningar som t.ex. mäta VO₂-max. Den här litteraturstudien behandlar EKG-screening där elitatleter, som anstränger sina kroppar med hård fysisk träning, testas för att förebygga plötsliga dödsfall i samband med fysisk aktivitet. Eftersom utbildningen heter Biomedicin med inriktning på fysisk träning så blir kopplingarna tydliga. EKG är direkt hämtat från det medicinska området och i det här fallet är själva undersökningarna, eller kardiell screening som det även kallas, tänkt att se på möjligheterna att göra testerna på fysiskt aktiva elitidrottare och då kanske främst unga individer för att hitta personer i riskzonen så tidigt som möjligt. Plötslig hjärtdöd är även det en term som oftast används för att beskriva dödsfall där idrottares hjärta plötsligt stannar på grund av oväntade kardiella reaktioner under fysisk aktivitet och där idrottaren avlider senast en timme efter komplikationen (2).

2.2 Hjärtats elektriska ledningssystem och EKG

För att hjärtat ska kontraheras krävs på samma sätt som vanlig skelettmuskulatur en aktionspotential, men hjärtats muskulatur skiljer sig på en viktig punkt i det att den inte kräver någon yttre form av nervstimulering. Det är istället speciella celler i enskilda områden i hjärtat som relativt långsamt kan depolarisera sig själva tills det att tröskelvärdet för att utlösa aktionspotentialen nås (5). I normala fall i ett helt friskt hjärta startar denna aktionspotential i sinusknutan som är belägen i höger förmak i närheten av hålvenens mynning. Därför brukar sinusknutan ofta beskrivas som hjärtats taktgivare eller pacemaker (5, 6). Förutom dessa speciella celler har hjärtat även ett annat speciellt elektriskt retledningssystem, vilka har till uppgift att sprida aktionspotentialen snabbare samt att fördröja impulsledningen från förmak till kammare. Detta retledningssystem består av främst två delar, atrioventrikulärknutan (AV-knutan) samt His bunt och purkinjefiber (1, 2). Detta retledningssystem kan även ta över och kontrahera hjärtat i fall att sinusknutan skulle falla, men hjärtfrekvensen sjunker ju längre ner i retledningssystemet aktionspotentialen startar (5). En viktig sak att poängtera är att även om hjärtat inte behöver styras av nervimpulser så påverkas det i allra högsta grad av det autonoma nervsystemet, både det sympatiska och parasympatiska, och styrs därför också mycket av de hormoner i kroppen som påverkar det autonoma nervsystemet. Framförallt är det noradrenalin som vid frisättning ger hjärtat en ökad kontraktionskraft (5, 6). I övrigt

fungerar hjärtmuskelcellerna på ett liknande sätt som vanliga skelettmuskulaturceller, med undantaget att depolariseringstiden är mycket längre (200-300 ms) vid en normal hjärtfrekvens. Skelettmuskulaturens depolariseringstid ligger kring 1-2 ms. Till skillnad mot skelettmuskulaturen är det inte heller själva aktionspotentialen i sig som framkallar den frisättning av kalciumjoner (Ca^{2+}), som i sin tur initierar kontraktionen via tvärbinding av aktin och myosin, utan depolariseringen av cellerna ger en diffusion av små mängder kalciumjoner från den extracellulära vätskan in i cellen. Den lilla mängden kalciumjoner aktiverar sedan utsläpp av stora mängder kalciumjoner inne i cellen från sarkoplasmiskt retikelum. Hjärtats uppbyggnad gör det även möjligt att fördröja tiden mellan varje aktionspotential, så kallad latenstid, för att undvika en ihållande kontraktion (tetanisk kontraktion), eftersom hjärtat behöver slappna av mellan varje kontraktion för att kunna fyllas med nytt blod (5).

Hjärtats muskelceller fungerar som dipoler med en positiv bas och en negativ bas och när dipoler är omgivna av vätska kan ström ledas mellan den positiva och den negativa delen av dipolen. Eftersom kroppsvätskor är goda strömledare sprids de elektriska strömmarna i hjärtat till vävnader omkring hjärtat och kan därför mätas med hjälp av elektroder som registrerar dessa spänningsskillnader. De elektriska strömmarna avtar visserligen allt mer allt eftersom avståndet från hjärtat ökar men de når ändå ut till kroppsytan så att små spänningsskillnader kan mätas (5). Detta system heter elektrokardiogram, eller EKG som det oftast förkortas till, (själva tekniken heter elektrokardiografi) och är användbar för att mäta och ge information om hjärtats pumpförmåga (5, 6). EKG mäter alltså i korthet hjärtats depolarisering samt repolariseringsfaser genom elektroder som är satta på utvalda punkter på kroppen. Spänningsskillnaderna som mäts brukar delas in i olika avledningar, vilket betecknar var elektroderna placeras, och dessa är antingen bipolära eller unipolära. Bipolära avledningar är som standard tre till antalet och elektroderna fästs då på extremiteterna, ofta underarmar och på en utav vaderna, som standard vänster vad. Bipolär registrering, som oftast ingår som referens vid unipolär registrering, mäter endast spänningar i frontalplan medan unipolär däremot även mäter i transversalplan. När EKG mäts med unipolära avledningar, som också kallas för prekordiala avledningar eller bröstavledningar, kan mer detaljerad information fås av hjärtats elektriska aktivitet på grund av att elektroder fästs och registrerar närmre hjärtat samt som sagt att registreringen sker i två plan i stället för ett. De unipolära avledningarna är som standard sex till antalet där varje elektrod representerar varje avledning, men kan också mätas via förstärkt unipolär registrering då ytterligare tre

avledningar tillkommer och totalt 12 avledningar registreras . Efter att mätningar av dessa elektriska spänningsskillnader genomförts summeras allt i en vektoranalys som ger en resultantvektor vid en given tidpunkt. Denna vektoranalys kan sedan visas i vågor, som i ett standard-EKG är tre till antalet (5). Dessa tre är P-vågen, som visar depolariseringen av förmaken, QRS-komplexet, som visar depolariseringen av kamrarna, samt T-vågen som visar repolariseringen av kamrarna. QRS-komplexet är högst eftersom kammarkontraktionen startar här och dessa har störst muskelmassa i hjärtat, komplexet döljer även repolariseringen av förmaken (5, 6). Dessa vågors form och dess tidsrelationer ger sedan vid en kontinuerlig registrering information som kan användas vid diagnostisering av hjärtats funktion och eventuella patologiska fel eller så kallade, arytmier (alla avvikelser från normal hjärtrytm), t.ex. hjärtinfarkt, kan upptäckas (5).

EKG-screening kan i dag i huvudsak genomföras på två olika sätt, antingen genom ett viloe-KKG där testpersonen är i viloläge, ofta i liggande position, eller som ett stress-EKG där mätningar görs under en viss aktivitet, t.ex. cykling. I de flesta studier hitintills har det debatterats mest kring att införa ett viloe-KKG som en del av en förundersökning men även stress-EKG har diskuterats och använts till viss del i Italien (1).

2.3 Plötslig hjärtdöd

Plötslig hjärtdöd brukar definieras som en plötslig oväntad komplikation hos en idrottares kardiovaskulära system som gör att idrottaren avlider strax därpå, vanligen inom 1 timme efter första symtomen (2, 3). Det är en relativt ovanlig dödsorsak men hjärtsjukdom är ändå den dominerande icke-traumatiska orsaken till dödsfall under idrott, d.v.s. dödsfall där inget yttre våld är orsaken (2). Det innebär dock inte att fysisk aktivitet i sig är orsaken utan verkar bara som en trigger mot en bakomliggande sjukdom (3). Incidensen av dessa fall spretar dock en aning i litteraturen, vilket tas upp nedan i studien. Plötslig hjärtdöd kan uppkomma på grund av flera olika orsaker, ibland flera samverkande som leder till dessa komplikationer. Idrottande på hög nivå ställer stora krav på hela kroppen och yttre faktorer som dehydrering, medicinering och missbruk kan tillsammans öka risken för komplikationer för idrottare med latent eller odiagnostiserad hjärtsjukdom (2).

2.4 Tidigare forskning och dagens förundersökningar

I dag finns ingen global gemensam användning av EKG-screening på någon nivå, utan den skiljer sig från land till land. Det land som har längst erfarenhet av frågan är Italien, där det mellan 1979 och 1996 screenades 33735 personer innan de fick delta i organiserade tävlingar. Redan 1971 infördes en lag om screening i Italien och 1981 reviderades den till obligatorisk EKG-screening av elitatleter (1). Sedan dess har en rad olika italienska studier publicerats (3), varav några behandlas i artikelgranskningen. Utöver Italien finns det idag en liknande lag i Israel som gällt sedan 1997 där man varje år screenar sina elitatleter och även Japan har gjort liknande tester. Bara de italienska studierna från dessa länder har dock rapporterat resultat, under år 2011, som pekar på att EKG-screening reducerar plötslig hjärtdöd (7). I Europa föreslogs första gången 2005 ett gemensamt protokoll för europeiska länder från ESC (European society of Cardiology) (8), och 2011 kom ett konsensus dokument ut där rekommendationer fastslogs på minimum krav för kardiovaskulär vård vid stora sportsevenemang med bl.a. rekommendationer att ha snabbtillgänglig defibrillator (9). Synen på EKG-screening skiljer sig även en del mellan de europeiska länderna och USA där många forskare ställer sig tveksamma till införandet mest p.g.a. kostnadsfrågan när det gäller fullskalig screening av alla unga elitatleter. Både AHA (American Heart Association) och ESC rekommenderar dock någon form av screening (3, 7, 10). Internationellt har även de både stora fotbollsförbunden FIFA (internationella fotbollsförbundet) och UEFA (europeiska fotbollsförbundet) infört obligatorisk EKG-screening inför alla sina turneringar sedan rekommendationerna från ESC. I Sverige finns rekommendationer från Svenska Riksidrottsförbundet att införa EKG-screening sedan 2005, då två expertgrupper tillsattes, med rekommendationen att alla elitidrottare över 16 år ska EKG-screenas (4). Det är dock fortfarande relativt ovanligt med EKG-screening i Sverige även om förslag kommit från t.ex. handbollsförbundet (11).

Som tidigare nämnts är incidensen av plötslig hjärtdöd inte helt kartlagd och skiljer mycket mellan olika studier. Vad som dock är klart är att risken ökar under fysisk aktivitet speciellt för personer som precis börjat delta i en sport eller tar upp sin aktivitet igen efter ett längre uppehåll, upp till 50 % ökad risk under de första timmarna (12, 13) men samtidigt sänks risken överlag för personer som regelbundet tränar (13). Orsakerna till plötslig hjärtdöd har även visats ha en viss skillnad beroende på befolkning, i USA (med en stor andel afroamerikanska atleter) är över hälften av fallen orsakade av hypertrof kardiomyopati men mycket mer sällsynt i de italienska studierna, där det utgör en fjärdedel av fallen, som istället

har en mycket högre andel kärlekskramp och arytmogen höger kammar kardiomyopati, vilket tillsammans utgör 40 %. Men samtidigt går det hitintills inte att dra några slutsatser ifall en viss typ av befolkning är mer utsatta för risker av att drabbas. År 2010 så rapporterades att 9 europeiska länder hade infört någon form av obligatorisk EKG-screening och att 6 till rekommenderade det (12). De europeiska ländernas positiva syn på att införa EKG-screening har dock under en lång tid kritiserats då den inte sägs uppfylla de sedan länge accepterade WHO (World Health Organization) kriterierna för screening. Dessa kriterier inkluderar ett viss mått av prevalens, tillräckligt hög specificitet och en nettovinst för patienten som väger större än alla negativa konsekvenser av screening (7). Men detta har också ifrågasatts på senare år och argumenterats för att det uppfyller kraven (4). Andra vanliga argument mot EKG-screening har varit de stora normala avvikelser hos elitatleters EKG som ökar risken för felbedömning så kallat falskt positiva test, det stora kravet på expertis som krävs för att bedöma EKG och att vissa hjärtsjukdomar inte syns på vanligt vilo-EKG. Argument för EKG-screening har åt andra sidan varit dess relativt billiga och stora tillgänglighet, att många hjärtsjukdomar syns på ett vanligt vilo-EKG, att rådande standardisering av diagnostiska kriterierna ökar dess effektivitet och att falskt positiva test är ovanligare hos yngre atleter än hos äldre (12).

2.5 Definition av elitidrottare

Att göra en definition av elitidrottare är i det här sammanhanget viktigt på grund av att avgöra vilka atleter som skulle ligga närmst till hands för EKG-screening. I den stora debatten idag handlar det främst om unga individer på hög nivå även om också andra åldersgrupper och aktivitetsnivåer diskuteras. Elitidrottare definieras lite olika men ofta på likartade sätt. Ett exempel är "An athlete who has reached the highest level of performance in a particular sport" (14). I den här litteraturstudien används främst denna definition, om inget annat nämns, med tillägget att den högsta nivån gäller inom varje enskild åldersgrupp. Vissa av de analyserade artiklarna definierar själva gruppen av atleter de testat. Inom det idrottsmedicinska området kända prospektiva studien från Italien från år 1998, som startade upp den nuvarande debatten på allvar, definieras en tävlande atlet som "a participant in an organized sports program requiring regular training and competition". Där definieras också unga atleter som aktiva individer som är 35 år eller yngre vilket används i de flesta av de senare studierna (1).

2.6 Problemformulering

Även om det är ovanligt händer det att idrottare och atleter dör i plötslig hjärtdöd i samband med utövande av fysisk aktivitet. Detta på grund av olika patologiska fel som i vissa fall kunde ha upptäckts med hjälp utav EKG-screening. Dagens debatt gäller om det är värt den stora omfattningen av tester som krävs eller om andra former av screening, t.ex. vanlig hälsoundersökning, är bättre gällande resurser och effektivitet.

3. Syfte

Syftet med den här litteraturstudien var att ur en objektiv synvinkel och på vetenskapliga grunder analysera kliniska artiklar för att beskriva fördelar, nackdelar samt kostnadsfrågan med att införa EKG-screening som standard inför fysisk aktivitet för specifikt definierade elitatleter.

3.1 Frågeställningar:

1. Kan plötsliga dödsfall förhindras eller reduceras med hjälp av EKG-screening?
2. Vilka för och nackdelar finns det med att införa EKG-screening som en allmän procedur för alla idrottare på elitnivå?
3. Hur beskrivs kostnadsbilden för så omfattande EKG-screening?
4. Vad är definitionen för en elitatlet och vilka ska ingå i en eventuell EKG-screening?

4. Material och metod

4.1 Metodval

Metodvalet att göra en systematisk litteraturstudie var för att få en överblick över den debatt som finns runt EKG-screening av atleter idag och för att en interventionsstudie skulle bli allt för omfattande och inte leda till några nya relevanta svar. En systematisk litteraturstudie valdes då det fanns gott om bra forskning med god kvalitet att utgå ifrån och att den har till syfte att besvara de frågeställningar som ställs på ett bra sätt. En systematisk litteraturstudie utgår ifrån en eller flera tydligt formulerade frågor som sedan besvaras systematiskt genom relevant utvald litteratur (15).

4.2 Urval – Inklusions- och exklusionskriterier

Artiklarna ska vara tydligt kopplade till ämnet, vara ”peer reviewed” och inte vara utgivna före år 2000, som äldst 13 år gamla artiklar. Alltså så ny och relevant data som möjligt. Artiklarna begränsades också till att vara utgivna på engelska eller svenska, alternativt översatta.

4.3 Sökstrategi och Databasinsamling:

Internetbaserade sökdatabaser: Pubmed, SpringerLink och ScienceDirect.

Pubmed:

Sökord: ECG screening (89021 träffar), ECG screening AND pre-participation (45 träffar), pre-participation ECG (48 träffar), elite athletes (3251 träffar), elite athletes AND pre-participation ECG (5 träffar) definition of elite athletes (10 träffar).

SpringerLink:

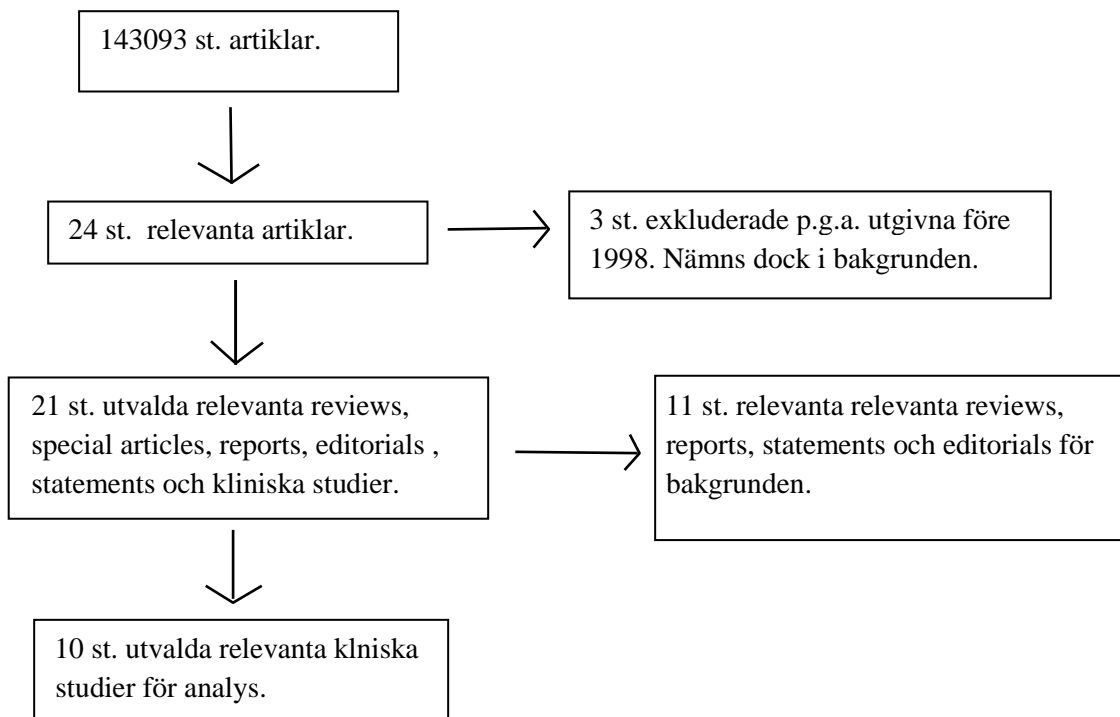
Sökord: ECG screening (13201 träffar), ECG screening AND pre-participation (63 träffar), pre-participation ECG (65 träffar), elite athletes (4371 träffar), elite athletes AND pre-participation ECG (95 träffar) definition of elite athletes (1281 träffar).

ScienceDirect:

Sökord: ECG screening (15965 träffar), ECG screening AND pre-participation (1614 träffar), pre-participation ECG (3602 träffar), elite athletes (8312 träffar), elite athletes AND pre-participation ECG (1614 träffar) definition of elite athletes (2144 träffar).

4.4 Bearbetning och Analys

Från sökningarna i 3 databaser valdes till slut 24 st relevanta artiklar ut, en blandning av ”reviews”, ”special articles”, ”editorials”, ”statements”, ”reports” och kliniska studier. Tre artiklar blev direkt exkluderade från artikelgranskningen p.g.a. att de ansågs för gamla. I nästa steg sorterades artiklarna i 2 delar där de användes antingen i artikelgranskningen, kliniska studier, eller till bakgrunden, se figur 1.



Figur 1. Översikt över artikelsökning och exklusion, från Pubmed, SpringerLink och ScienceDirect.

4.5 Artikelgranskning

Artikelgranskningen bestod av att läsa igenom de 10 utvalda artiklarna för att få en överblick och bas för resultatet. En tabell gjordes för en tydlig översikt med 11 sektioner där det ingick titel, författare, årtal, land, syfte, metod, studielängd, kön, testgrupp, kontrollgrupp samt resultat och konklusion.

För fullständig tabell se bilaga 1.

5. Resultat

Av de 10 artiklar som analyserades kom fyra från Italien, tre från USA, samt två från England och en från Israel. För att utgå ifrån frågeställningarna så gjorde endast en av de analyserade studierna ett försök att svara på ifall EKG-screening reducerar risken att drabbas av plötslig hjärtdöd, den kom från Italien 2006. I den italienska studien, som bygger vidare på tidigare liknande studier från Italien med Corrado et.al., undersöks trender av plötslig hjärtdöd hos både atleter och icke-atleter i åldrarna 12-35 år samtidigt som en parallell studie undersökte trenderna av kardiovaskulära orsaker till uteslutning från fysisk aktivitet bland samma grupp. Totalt undersöktes 42 386 atleter mellan 1979 och 2004 som samtliga

gjorde EKG-screening. Författarna kom fram till att atleter har en större risk att drabbas av plötslig hjärtdöd jämfört med resterande del av befolkningen, att incidensen av plötslig hjärtdöd sjönk med 89 % från periodens början till dess slut (från ett snitt på 3,6/100 000 atleter per år till 0,4/100 000 atleter per år) och att ca 2 %, 879, av atleterna blev uteslutna från deltagande p.g.a. olika kardiomyopati, de flesta i slutet av perioden (18).

För och nackdelar togs upp i samtliga artiklar men några forskade lite närmare på hur effektiv EKG-screening är och hur det eventuellt kan göras effektivare i framtiden. I den äldsta artikeln från 2000 som gjordes i London, England, undersöktes 5 olika symtom bland 630 patienter med hypertrof kardiomyopati för att försöka skilja olika riskfaktorer för att drabbas av plötslig hjärtdöd mellan 1988 och 1998. Dessa 5 variabler som användes var tillfällig ventrikulär takykardi, att svimma, träningsrelaterad blodtrycksförändring, släkterelaterad historia av plötslig hjärtdöd samt förtjockning av vänster ventrikel. Författarna kom fram till att det fanns ett starkt signifikant samband mellan att svimma och släkterelaterad historia, som tillsammans bildade den största riskfaktorn för att drabbas av plötslig hjärtdöd.

Patienter som inte hade några av dessa variabler som symtom hade under en 6-års period 95 % överlevnadsratio medan patienter med 1-3 symtom hade respektive 93, 82 samt 36 % överlevnadsratio under samma period (16). Två liknande studier undersökte risken för att drabbas av plötslig hjärtdöd respektive prevalensen av hypertrof kardiomyopati bland elitatleter (17, 21). I den italienska studien från 2003 undersöktes ifall fysisk aktivitet ökar risken att drabbas av plötslig hjärtdöd, 112 790 atleter mellan 12-35 år, både män och kvinnor, undersöktes under en 20 års period, 1979-1999, och resultatet blev en signifikant större risk för atleter som var starkt relaterad till underliggande kardiovaskulära sjukdomar. Hela 2,3 per 100 000 fall av plötslig hjärtdöd varje år bland atleter jämfört med 0,9 per 100 000 fall per år bland icke-atleter (17). I den andra engelska studien från 2008 undersöktes 3500 elitatleter, med en genomsnittsålder på 20,5 år, under en 10-års period med 12-avlednings EKG och 2-dimensionell ekokardiografi. Av testpersonerna visade 53 atleter tecken på hypertrof kardiomyopati men endast 1 behövde efter flera påföljande tester avstå från träning i ett år innan fysiologisk orsak konfirmerades. Författarna drar därför konklusionen att hypertrof kardiomyopati är extremt ovanligt bland elitatleter (21). Två studier utvärderade hur effektiv EKG-screening är vid diagnostisering, en italiensk från 2006 och en amerikansk från 2012 (19, 23). Den italienska utvärderade den diagnostiska effektiviteten av EKG-screeningen inför fysisk aktivitet för att identifiera hypertrof kardiomyopati och 4450 elitatleter i Italien som ansågs ha de främsta resultaten inom sin sport

testades med ekokardiografi under en 9-års period, 1990 - 1998. Resultatet blev att inga av de 4450 testade visade kliniska bevis på hypertrof kardiomyopati men vissa andra avvikelser upptäcktes hos 12 stycken, hjärtmuskelinflammation var då främsta orsaken. En atlet konstaterades till slut ligga över gränsen för att diagnostiseras med hypertrof kardiomyopati, författarna drar konklusionen att ett 12 avlednings EKG är effektivt för att identifiera unga atleter med hypertrof kardiomyopati (19). Den amerikanska från 2012 tittade på läkares precision vid bedömningen av EKG mätningar bland tävlande atleter med och utan ett standardiserat hjälpmedel. En läkargrupp bestående av 60 stycken fick bedöma resultatet från 40 olika testpatienter, där 12 hade avvikande EKG och 28 normalt. Resultatet blev här att ett standardiserat hjälpmedel signifikant ökade läkares precisionsförmåga vid bedömningarna oberoende av specialistutbildning och även hos nyexaminerade läkare (23). Två andra studier tittade på prevalensen av onormala EKG bland atleter respektive i vilken utsträckning falskt negativa EKG-värden förekommer hos patienter med hypertrof kardiomyopati (20, 24). Den första artikeln, som även den är från Italien, 2007, studerade en stor ej utvald folkgrupp bestående av 32 652 personer under året 2003. De flesta, 80 %, var unga män med en medianålder på 17 år och EKG jämfördes med vad som ansågs vara normala standardiserade värden. Syftet var att försöka avgöra hur vanligt det är med ett onormalt EKG, då ett stort antal onormala EKG-värden potentiellt skulle kunna vara ett hinder för EKG-screening rent resursmässigt eftersom de måste följas upp med andra tester. Av värdena ansågs 11,8 % vara minst något onormala och 4,8 % hade helt onormala värden och därför drog författarna konklusionen att fallen med onormala EKG är tillräckligt lågt för att inte vara ett hinder för EKG-screening (20). Men i den andra studien, från USA 2012, undersöktes i vilken utsträckning falskt negativa EKG mätningar förekommer bland unga patienter med hypertrof kardiomyopati och här testades 114 patienter, som var diagnostiserade med hypertrof kardiomyopati, med 12 avlednings vilo-EKG. Resultatet blev att hela 10 % hade ett EKG som såg normalt ut och därför förmodligen aldrig blivit uppmärksammade vid en vanlig EKG-screening, vilket av författarna ansågs vara en viktig faktor vid framtida avgörande om EKG-screening (24).

Slutligen undersökte två artiklar kostnadsbilden över att införa EKG-screening i USA (22, 25). Den första kommer från USA och gjordes 2010. Där användes en förutbestämd modell, tänkt att utvärdera en generation, med tre alternativ, ingen screening, screening utan och screening med EKG. Modellen utgick från samtliga studerande mellan 14 och 22 år och resultatet blev att 2,06 liv per 1000 per år skulle räddas till en kostnad av 89 USdollar per atlet

med full screening och skulle jämfört med ingen screening alls spara 42 900 USdollar varje år. Författarna noterar dock att dem använt en hög nivå för positivt patologiska EKG vilket är kritiskt för att hålla kostnadseffektiviteten nere samt att endast en EKG-screening använts per atlet jämfört med årlig screening som främst debatterats vilket högst osannolikt skulle bli kostnadseffektivt i USA (22). Den sista artikeln fick dock motsatt resultat när de undersökte samma sak med en liknande modell. Den gjordes i Israel 2012 och är tänkt över en 20-års period. Det skulle enligt resultatet kosta mellan 51 och 69 miljarder USdollar och skulle uppskattningsvis rädda 4813 liv. Då skulle priset för varje räddat liv kosta kring 10,6 miljarder USdollar och 14,4 miljarder USdollar. Författarna drar därför bara konklusionen att det skulle bli ett väldigt dyrt projekt för USA sett till pris per räddat liv och andra alternativ borde ses över (25).

6. Diskussion

Kan då verkligen plötslig hjärtdöd i samband med fysisk aktivitet hindras eller reduceras med införande av EKG-screening? Här är många forskare fortfarande uppdelade i två läger, de enda studierna som verkligen visat resultat på att så är fallet är de som bygger på den italienska erfarenheten där resultatet visade på en reduktion av plötslig hjärtdöd på hela 89 % mellan 1979 och 2004 (1, 18, 26). Speciellt den senaste italienska studien från 2006 har dock både hyllats och kritiserats av andra forskare, de som främst kritiserar studiens upplägg argumenterar för att det är en populationsbaserad observationsstudie med en stor okontrollerad kontrollgrupp och inte en temporärt kontrollerad studie med en jämförelse mellan screenade atleter och med en kontrollgrupp med oscreenade atleter. Samt är den ursprungliga incidensen i början av studien för plötslig hjärtdöd ovanligt hög jämfört med andra studier medan de senare siffrorna i slutet på studien stämmer mer överrens med bl.a. studier från USA där den ligger strax under 1/100000 (27). Som tidigare nämnts har även liknande studier gjorts i andra länder som även dem infört EKG-screening bl.a. Japan och Israel där det inte kunnat bevisas någon reduktion av plötslig hjärtdöd vid införandet av EKG-screening (7). I en litteraturstudie från Israel, 2011, undersöktes landets 2 största tidningar (som täckte 90 % av befolkningens läsare) under perioden 1985-2009, för att bedöma den årliga incidensen av plötslig hjärtdöd i landet före och efter införandet av EKG-screening 1997. Resultatet där visade att 11 dödsfall hade hänt under 12-års perioden före införandet och 13 efter och därför fanns ingen signifikant skillnad, EKG-screening hade alltså inte haft någon reducerande effekt på incidensen av plötslig hjärtdöd (28). Diskussionen har

därför handlat mycket om hur stor incidensen för plötslig hjärtdöd för idrottare under 35 år verkligen är och hur resultaten från Italien därför ska tolkas. Här går meningarna isär där en del forskare anser att resultaten från framförallt amerikanska studier underskattar incidensen i jämförelse med nyare studier, främst på grund av bristande studiemetodik där de misslyckats med att fånga upp samtliga fall av plötslig hjärtdöd (4). En av de studier som analyserats, från Italien (2003), försökte bedöma incidensen av plötslig hjärtdöd med erfarenheten från 1979 som bas och de kom fram till att risken för att drabbas är betydligt högre för aktiva idrottare under 35 år, ungefär 3 gånger så stor (2,3/100000/år) jämfört med icke-atleter i samma åldersgrupp (17). Studien från England, 2008, liknar till viss del den italienska där de undersökte prevalensen av hypertrof kardiomyopati bland unga elitidrottare (21). Enligt resultatet från den studien är det extremt ovanligt med hypertrof kardiomyopati bland elitidrottare och författarna drar slutsatsen att ekokardiografi inte är kostnadseffektivt men att ett vanligt 12 avlednings EKG skulle kunna vara användbart. En faktor som inte tas upp är dock att hypertrof kardiomyopati är en väldigt liten orsak till plötslig hjärtdöd i Europa och skulle kunna användas på folkgrupper som statistiskt sett har en högre prevalens av sjukdomen. Generellt sett har de europeiska ländernas kardiologer en mer positiv syn på införandet av EKG-screening (Sverige inte minst), allt sedan ESCs rekommendationer, än vad amerikanska forskare har. Vilket till stor del förmodligen beror på skillnader i sjukvårdens uppbyggnad och de enorma kostnader det skulle krävas för att införa en sådan omfattande screening i USA. Sedan kritiserar många amerikanska studier för att visa på en allt för underskattad incidens för atleter under 35 år vilket i sin tur kan påverka många amerikanska forskares negativa inställning i frågan (4).

Men det finns andra aspekter gällande införandet av EKG-screening utöver dess incidens. Många studier behandlar för och nackdelar med just EKG-screening och hur pass pålitligt, specifikt och kostnadseffektivt det egentligen är. Den engelska artikeln från 2000 försökte finna samband mellan olika symptom bland patienter med hypertrof kardiomyopati (16). Den här studien kan dock diskuteras ifall den tillför något nytt till debatten då den endast försöker identifiera riskfaktorer bland redan diagnostiserade patienter. Möjligtvis skulle vissa av de symptom som tas upp vara en slags varning för atleter men då det finns så pass många olika orsaker till dessa symptom utgör den i min mening inte något större värde för den breda allmänheten. Däremot utvärderade ett par studier effektiviteten av att använda ett 12 avlednings EKG (19, 24). Enligt den italienska studien från 2006 är ett 12 avlednings EKG effektivt för att identifiera atleter med hypertrof kardiomyopati (19). Men studien från USA,

2012, fick samtidigt motsatt resultat och kom fram till att det är en stor andel atleter som kan vara drabbade av hypertrof kardiomyopati utan att det kan upptäckas med ett vanligt 12 avlednings EKG (24). Dessa så kallade falskt positiva resultat från EKG mätningar har länge varit ett stort argument mot införandet av EKG-screening. Därför finns fortfarande vissa frågetecken kvar ifall EKG-screening skulle vara användbart hos folkgrupper med stor prevalens av hypertrof kardiomyopati men samtidigt kanske kunna utnyttjas bättre hos andra folkgrupper med högre andel orsaker till plötslig hjärtdöd som lättare kan upptäckas med hjälp av EKG-screening. I en ytterligare italiensk studie från 2007 hittades bara 4,8 % av 32652 testpersoner med onormala EKG värden vilket då ansågs vara en låg siffra och därför inte skulle vara ett hinder för framtida EKG-screeningar (20).

Kostnaden för att införa EKG-screening av så stor omfattning blir naturligtvis inte gratis och en lagstiftning kring att införa det i många länder kommer förmodligen handla om hur mycket resurser det kommer krävas för varje enskilt räddat liv. Två av de studier som analyserades studerade kostnaden ur ett amerikanskt perspektiv (22, 25) och båda kom fram till att en årlig EKG-screening av samtliga unga aktiva inte är ekonomiskt hållbart. Den ena studien kom dock fram till att genomföra en EKG-screening av alla atleter en gång under en livstid skulle kunna vara ett hållbart alternativ (22). Båda studierna är dock uppbyggda från uppskattade modeller vilket inte kan ge något slutgiltigt svar.

En av de analyserade studierna tog upp frågan kring hur EKG-screening skulle kunna utvecklas i framtiden med hjälp av speciella standardiserade hjälpmedel för läkare (23). En avgörande faktor för att underlätta framtida EKG-screening är att kunna hantera och diagnostisera all data som skulle behöva analyseras vid större omfattande EKG-screenings program. Studien testade flera läkare och fick ett positivt resultat kring att införa ett sådant hjälpmedel. Detta skulle även på sikt kunna hålla ner kostnaderna då färre specialister inom området skulle behövas. Debatten lär pågå ett tag till framöver och även om kunskapen börjar närma sig ett läge där det är möjligt att faktiskt reducera dessa tragiska fall så kommer förmodligen kostnader och resurser vara det största problemet i många länder. I den debatten kommer det förmodligen även handla mycket om hur ofta atleter skall testas, t.ex. varje år eller vart femte. I Sverige fortgår forskning kring ämnet och spännande alternativa EKG-screening metoder börjar dyka upp med bl.a. portabel EKG utrustning som atleter kan använda sig av även under träning samt under en längre periods övervakning.

7. Konklusion

Det råder fortfarande en stor debatt kring införandet av en allmän EKG-screening gällande först och främst elitatleter. Problemet har uppmärksammats i flera årtionden nu men först på senare år har debatten tagit fart ordentligt inte minst i Europa och mycket tack vare den italienska erfarenheten. Det finns resultat från studier som visar att EKG-screening sänker risken för plötslig hjärtdöd men det finns även studier som fått motsatt resultat. Mycket av den nuvarande debatten handlar om hur stora resurser det ska läggas på att försöka reducera plötsliga dödsfall med tanke på att det är en, trots tragisk, relativt ovanlig förekomst. Hur ofta det inträffar är dock fortfarande inte helt klarlagt och det kommer förmodligen fortgå en debatt tills mer studier är gjorda som antingen stödjer eller motsäger EKG-screening. Vissa hävdar att en vanlig läkarundersökning är tillräcklig och mycket mer kostnadseffektivt medan andra hävdar att fördelarna med att införa EKG-screening överväger de eventuella kostnaderna i form av räddade liv. Men utvecklingen går framåt och med mer framtida kunskap och bättre teknologi kommer det förmodligen bli allt vanligare att försöka hitta lösningar för att minimera dessa tragiska dödsfall.

8. Implikation

Kunskapen behöver ökas bland både ledare och aktiva atleter, även om det kan ta ett tag innan EKG-screening eller annan form av bättre screening kan användas fullt ut så finns det andra åtgärder som kan göras under tiden bl.a. beskrivet i det konsensus dokumentet som ESC utgav 2011, som även nämns i den här studien. Fler prospektiva kliniska studier angående EKG-screeningens effektivitet behöver definitivt göras enligt mig då det är ont om dem och de få som finns visar på olika resultat. Men EKG-screening ser trots allt ut att vara på frammarsch speciellt här i Europa och med bättre teknologiska förutsättningar i framtiden kan förmodligen även kostnaderna hållas ner.

9. Referenser

1. Corrado, D., Basso, C., Schiavon, M., Thiene, G. (1998) Screening for Hypertrophic Cardiomyopathy in Young Athletes. *The New England Journal of Medicine*. 339(6); 364-369.
2. Börjesson, Mats., Nylander, Eva. (2005) *Läkartidningen*. 102(8); 560-563.
http://ww2.lakartidningen.se/store/articlepdf/3/387/560_563.pdf
3. Dougherty, R.K., Friedman, A.R., Link, S.M., Estes III, M. (2012) Prediction and prevention of sudden death in young populations: the role of ECG screening. *Springer Science + Business Media New York; Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 36(2); 167-175.
4. Börjesson, Mats. (2010) *Läkartidningen*. 107(22); 1458
<http://ww2.lakartidningen.se/store/articlepdf/1/14453/LKT1022s1458.pdf>
5. Sand, O., Sjaastad, V.O., Haug, E. (2004) Människansk fysiologi. *Första upplagan, andra tryckningen, Liber AB*.
6. Baechle, T.R., Earle, R.W. (2008). Essentials of Strength Training and Conditioning: National Strength and Conditioning Association. *Human Kinetics Publishers, USA*.
7. Shepard, J.R. (2011) Mandatory ECG Screening of Athletes; Is this Question Now Resolved? *Sports Med* 41(12); 989-1002
8. Corrado, D., Pelliccia, A., Björnstad, H., Vanhees, L., Biffi, A., Börjesson, M., Panhuyzen-Goedkoop, N., Deligiannis, A., Solberg, E., Dugmore, D., Mellwig, K., Assanelli, D., Delise, P., Buuren, F., Anastasakis, A., Heidbuchel, H., Hoffman, E., Fagard, R., Priori, S., Basso, C., Arbustini, E., Blomström-Lundqvist, C., McKenna, W., Thiene, G. (2005) Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal

for a common European protocol. *European society of Cardiology, European Heart Journal*. 26; 516-524.

9. Börjesson, M., Serratos, L., Carre, F., Corrado, D., Drezner, J., Dugmore, D., Heidebuchel, H., Mellwig, KP., Panhuyzen-Goedkoop, N., Papadakis, M., Rasmusen, H., Sharma, S., Solberg, E., Buuren, F., Pelliccia, A. (2011) Consensus document regarding cardiovascular safety at sports arenas. *European society of Cardiology, European Heart Journal*. 178(32); 2119-2124.

10. Maron, J,B., Thompson, D,P., Ackerman, J,M., Balady, G., Berger, S., Cohen, D., Dimeff, R., Douglas, S,P., Glover, W,D., Hutter, M,A., Krauss, D,M., Martin, S., Matthew, J,M., Roberts, O,W., Puffer, C, J. (2007) Recommendations and Considerations Related to Preparticipation Screening for Cardiovascular Abnormalities in Competitive Athletes: 2007 update: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity , and Metabolism: Endorsed by the American Coleege of Cardiology foundation. *Circulation; Journal of the American Heart Association*. 115; 1643-1655.

11. Svenska handbolls förbundet

http://www.handboll.info/ImageVault/Images/id_1334/ImageVaultHandler.aspx

2005-12-06

Läst 2013-04-02,

12. Löllgen, H., Leyk, D., Hansel, J. (2010) The pre-participation examination for leisure time physical activity. *Deutsches Ärzteblatt International* 107(42): 742-9.

13. Corrado, D., Schmeid, C., Basso, C., Börjesson, M., Schivon, M., Pelliccia, A., Vanhes, L., Thiene, G. (2011) Risk of sports: do we need a pre-participation screening for competitive and leisure athletes? *European society of Cardiology, European Heart Journal*. 32; 934-944.

14. Kent, M. (2006) *The Oxford Dictionary of Sports Science & Medicine. Third ed. Oxford University Press inc., New York.*

15. Forsberg, C., Wengström, Y. (2013) Att göra systematiska litteraturstudier. *Författarna och bokförlaget Natur & Kultur.*

16. Elliot, M,P., Poloniecki, J., Dickie, S., Sharma, S., Monserrat, L., Varnavan A., Mahon, N., McKenna, J,W. (2000) Sudden Death in Hypertrophic Cardiomyopathy: Identification of High Risk Patients. *Journal of the American College of Cardiology*. 36(7); 2212-2218.
17. Corrado, D., Basso, C., Rizzoli, G., Schiavon, M., Thiene, G. (2003) Does Sports Activity Enhance the Risk of Sudden Death in Adolescents and Young Adults? *Journal of the American College of Cardiology*. 42(11); 1959-1963.
18. Corrado, D., Basso, C., Pavei, A., Michieli, P., Schiavon, M, Thiene, G. (2006) Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *Journal of American Medical Association*. 137(13); 1593-1601.
19. Pelliccia, A., Di Paolo, M,F., Corrado. D., Buccolieri, C., Quattrini, M,F., Piscchio, C., Spataro, A., Biffi, A., Granata, M., Maron, J,B. (2006) Evidence for efficacy of the Italian national pre-participation screening programme for identification of hypertrophic cardiomyopathy in competitive athletes. *The European Society of Cardiology; European Heart Journal*. 1093(27); 2196-2200.
20. Pelliccia, A., Culasso, F., Di Paolo, M,F., Accettura, D., Cantore, R., Castagna, W., Ciacciarelli, A., Costini, G., Cuffari, B., Drago, E., Federici, V., Gribaudo, G,C., Iacovelli, G., Landolfi, L., Menichetti, G., Atzeni, O,U., Parisi, A., Pizzi, R,A., Rosa, M., Santelli, F., Santilio, F., Vagnini, A., Casaco, M., Di Luigi, L. (2007) Prevalence of abnormal electrocardiogram in a large unselected population undergoing pre-participation cardiovascular screening. *The European Society of Cardiology; European Heart Journal*. 219(28); 2006-2010.
21. Basavarajaiah, S., Wilson, M., Whyte, G., Shah, A., McKenna, W., Sharma, S. (2008) Prevalence of Hypertrophic Cardiomyopathy in Highly Trained Athletes; Relevance to Pre-Participation Screening. *Journal of the American College of Cardiology*. 51(10); 1033-1039.

22. Wheeler, T.M., Heidenreich, A.P., Froelicher, F.V., Hlatky, A.M., Ashley, A.E. (2010) Cost effectiveness of pre-participation screening for prevention of sudden death in young athletes. *Annals of Internal Medicine*. 152(5); 276-286.
23. Drezner, A.J., Asif, M.I., Owens, S.D., Prutkin, M.J., Salerno, C.J., Fean, R., Rao, L.A., Stout, K., Harmon, G.K. (2012) Accuracy of ECG interpretation in competitive athletes: the impact of using standardised ECG criteria. *British Journal of Sports Medicine*. 46; 335-340.
24. Rowin, J.E., Maron, J.B., Applebaum, E., Link, S.M., Gibson, C.M., Lesser, R.J., Haas, S.T., Udelson, E.J., Manning, J.W., Maron, S.M. (2012) Significance of False Negative Electrocardiogram in Preparticipation Screening of Athletes for Hypertrophic Cardiomyopathy. *The American Journal of Cardiology*. 110; 1027-1032.
25. Halkin, A., Steinvil, A., Rosso, R., Adler, A., Rozovski, U., Viskin, S. (2012) Preventing Sudden Death of Athletes With Electrocardiographic Screening; What Is the Absolute Benefit and How Much Will it Cost? *Journal of the American College of Cardiology*. 60(22); 2271-2276.
26. Myerburg, J.R., Vetter, L.V. (2007) Electrocardiogram Should Be Included in Preparticipation Screening of Athletes. *Circulation; Journal of the American Heart Association*. 116; 2616-2626
27. Chaitman, R.B. (2007) An Electrocardiogram Should Not Be Included in Routine Preparticipation Screening of Young Athletes. *Circulation; Journal of the American Heart Association*. 116; 2610-2615
28. Steinvil, A., Chundadze, T., Zeltser, D., Rogowski, O., Halkin, A., Galily, Y., Perluk, H., Viskin, S. (2011) Mandatory Electrocardiogram Screening of Athletes to Reduce Their Risk for Sudden Death; Proven Fact or Wishful Thinking? *Journal of the American College of Cardiology*. 57(11); 1291-1296.

Bilaga 1

Artikelgranskning

Titel	Författare	Årtal	Land	Syfte	Metod	Längd	Kön	Testgrupp	Kontrollgrupp	Resultat och konklusion
Sudden death in Hypertrophic Cardiomyopathy: Identification of High Risk Patients. (16)	Elliot et. al.	2000	England London	Att identifiera patienter med hög risk för plötslig hjärtdöd p.g.a. hypertrof kardiomyopati. Detta för att försöka minska de generella riskfaktorerna för att drabbas av plötslig hjärtdöd.	630 patienter med hypertrof kardiomyopati studerades och 5 variabler användes: tillfällig ventrikulär takykardi, att svimma, träningsrelaterad blodtrycksförändring, släktrelaterad historia av plötslig hjärtdöd samt förtjockning av vänster ventrikel.	1988-1998	239 män, 129 kvinnor.	368 patienter mellan 14 och 65 år hade minst 1 av de 5 riskfaktorerna och under uppföljningen (2 dagar - 9,6 år) dog 36 patienter, 22 plötsligt.	262 patienter med inga av de 5 riskfaktorerna.	Det fanns ett signifikant samband mellan att svimma och släktrelaterad historia som den största riskfaktorerna. Patienter med inga av de 5 riskfaktorerna hade en uppskattad 6-års period fri från plötslig hjärtdöd med 95 % överlevnadsratio. Patienter med 1-3 riskfatorer hade respektive 93, 82 och 36 % överlevnadsratio under samma uppskattade 6 år.
Does Sports Activity Enhance the Risk of Sudden Death in Adolescents and Young Adults? (17)	Corrado et. al.	2003	Italien, Padua, Region Veneto	Att försöka bedöma risken av plötslig hjärtdöd hos både män och kvinnor mellan 12 och 35 år, atleter och icke atleter.	En 21-årig prospektiv kohort studie av alla unga individer i regionen. En analys, baserad på könsskillnad, av risken av plötslig hjärtdöd och av underliggande patologiska substrat genomfördes hos både atleter och icke-ateleter. Alla atleter hade genomgått en förskanning inför fysisk aktivitet med bl.a. 12 avlednings - EKG.	1979-1999	90 690 män 22 100 kvinnor	112 790 atleter.	Ungefär 1 386 600 personer (inkl. atleter). Samtliga individer under 35 år i regionen.	Totalt sett låg incidensen på 300 fall av plötslig hjärtdöd under perioden (ca 1 per 100 000/år). 55 av dessa hos atleter (2,3 per 100 000/år) och 245 hos icke-ateleter (0,9 per 100 000/år). En relativt jämn uppskattad risk bland atleter mellan män och kvinnor. Den högre risken för atleter var starkt relaterat till underliggande kardiovaskulära sjukdomar.
Trends in sudden Cardiovascular Death in Young Competitive Athletes After Implementation of a Preparticipation Screening program. (18)	Corrado et. al.	2006	Italien	Att analysera trenden av incidensfall och kardiovaskulära orsaker till plötslig hjärtdöd hos unga tävlande atleter i relation till screening inför fysisk aktivitet.	Populationsbaserad studie, trender av plötslig hjärtdöd hos atleter och icke-ateleter i åldrarna mellan 12-35 år. En parallell studie undersökte trender av kardiovaskulära orsaker till uteslutning från all tävling i sporter hos atleter som genomgick förskanning med bl. a. 12 avlednings-EKG.	1979-2004	Tas inte upp.	42 386 atleter genomgick EKG-Screening under testperioden.	Resterande del av befolkningen i området, enda siffran som nämns är att befolkningen låg stabilt kring 4 379 000 personer i regionen.	Under testperioden avled 55 av de screenade atleterna till följd av plötslig hjärtdöd och 265 bland icke-ateleter (1,9 respektive 0,79 per 100 000/år). Den årliga incidensen av dessa dödsfall sjönk med 89 % under perioden medans incidensen hos övriga befolkningen låg på samma nivå under hela perioden. Totalt blev 879 atleter uteslutna från aktivt tävlande (2 %) p.g.a. kardiomyopati och de flesta under senare delen av perioden.

Evidence for efficacy of the Italian national pre-participation screening programme for identification of hypertrophic cardiomyopathy in competitive athletes. (19)	Pelliccia et. al.	2006	Italien	Att utvärdera den diagnostiska effektiviteten hos den italienska 12 avlednings EKG-screeningen inför fysisk aktivitet (som ett tillägg) för att identifiera hypertrof kardiomyopati.	Under en 9-års period testades 4450 elitatleter i Italien som ansågs inneha de främsta resultaten inom sin sport med ekokardiografi. Dessa elitatleter hade tidigare genomgått den standardiserade italienska screening som bl.a. innehåller ett 12 avlednings-EKG, och målet var nu att följa upp EKG-screeningens effektivitet och specifitet för främst hypertrof kardiomyopati.	1990-1998	3293 män 1157 kvinnor.	4450 elitatleter. Ungefär 500 per år som ansågs vara de främsta, från 38 olika sporter. Samtliga hade en bakgrund med minst 2 års intensiv träning.	En uppskattad siffra på ca 3 000 000 atleter som årligen blir testade med bl.a. EKG i Italien.	Inga av de 4450 testade visade kliniska bevis på hypertrof kardiomyopati, men vissa andra avvikelser upptäcktes dock hos endast 12 st, hjärtmuskelinflammation var främsta orsaken. Ekokardiografen visade även att 4 atleter låg på gränsen mellan hypertrof kardiomyopati och vad som brukar kallas idrottshjärta, d.v.s. anpassning på hjärtat som sker naturligt p.g.a. den fysiska aktiviteten. Senare uppföljning konstaterade att en av dessa definitivt låg över gränsen (över 13 mm). Författarna drar slutsatsen att ett 12 avlednings EKG är effektivt för att identifiera unga atleter med hypertrof kardiomyopati.
Prevalence of abnormal electrocardiograms in a large, unselected population undergoing pre-participation cardiovascular screening. (20)	Pelliccia et.al.	2007	Italien	Att ta reda på prevalensen av avvikande EKG hos Italienska atleter efter införandet av 12-leds EKG som förskening av unga atleter inför fysisk aktivitet.	En stor ej utvald folkgrupp, bestående av 32652 personer, utvärderades, via EKG, prospektivt hos 19 kliniker tillhörande den italienska sports medicinska federationen.	1 år, 2003.	26050 män 6602 kvinnor.	32652 personer, de flesta unga män (80 %), med en medianålder på 17 år.	Ingen kontrollgrupp, men EKG resultaten jämfördes med vad som anses vara standardiserat vanliga EKG värden hos de olika klinikerna.	3853 (11,8 %) EKG värden ansågs vara något onormala och bland 4,8 % av hela gruppen ansågs värdena vara helt onormala. Författarna till studien tar därmed slutsatsen att fallen där EKG mätningarna är onormala är tillräckligt låg för att inte vara ett hinder för att införa 12-leds EKG-screening för unga atleter.

Prevalence of Hypertrophic Cardiomyopathy in Highly Trained Athletes. (21)	Basavarajiah et. al.	2008	England London	Att försöka bestämma prevalensen av hypertrof kardiomyopati bland elitatleter.	Under 10 år undersöktes 3500 elitatleter, med en genomsnittsalder på 20,5 år, med 12-leads EKG och 2-dimensionell ekokardiografi.	1996-2006	2625 män 875 kvinnor.	3500 elitatleter. 75 % män, mellan 14 och 35 år gamla. Samtliga utan tidigare känd sammankoppling mellan familjehistorik och hypertrof kardiomyopati.	Ingen kontrollgrupp.	Av alla atleter hade 53 (1,5 %) en hypertrof i vänster ventrikel (kammare) och 50 av dessa hade en dilaterad (utvidgad) vänster ventrikel med normal diastolisk funktion. 3 atleter hade däremot hypertrof i vänster ventrikel utan dilation men ingen av dessa hade några andra tecken på hypertrof kardiomyopati efter flera påföljande tester. 1 atlet gick dock med på att trappa ner träningen under ett år, vilket senare visade på förändring i hjärtmuskeln och konfirmerade därför fysologisk vänster ventrikulär hypertrofi. Författarna tar med detta konklusionen att hypertrof kardiomyopati bland elitatleter är extremt ovanligt och att screening med ekokardiografi inte skulle vara kostnadseffektivt men att ett EKG skulle kunna användas för att skilja ut de som behövs gå vidare till att testas med ekokardiografi.
Cost effectiveness of pre-participation screening for prevention of sudden cardiac death in young athletes. (22)	Wheeler et. al.	2010	USA	Att utvärdera kostnadseffektiviteten av att införa 12-leads EKG-screening som ett tillägg till förundersökning bland unga atleter.	En förbestämd modell användes för att få fram en bild av kostnader och överlevnadsration bland unga (high-school till college) tävlande atleter i USA. Dessa får i modellen genomgå en enda kardiiovaskulär undersökning för att hitta underliggande sjukdomar som kan ligga till risk för plötslig hjärtdöd. Modellen undersöker 3 val, ingen screening, screening utan EKG och screening med 12-leads EKG.	Modellen är tänkt som att utvärdera en livstid.	Tas inte upp.	Modellen utgår från samtliga studerande, 14 - 22 år, aktivt tävlande atleter i USA ur ett kostnadsperspektiv.	Modellen utgår från samtliga studerande, 14 - 22 år, aktivt tävlande atleter i USA ur ett kostnadsperspektiv.	Utifrån modellen skulle det geom att tas med ett 12-leads EKG räddas 2,06 liv per 1000 atleter per år till en kostnad av 89 usdollar per atlet. Vilket jämfört med ingen screening alls skulle spara 42 900 usdollar varje år för varje liv som räddas (med 95 % konfidensintervall). Författarna noterar dock att dem använt en hög nivå för positivt patologiska EKG vilket är kritiskt för att hålla kostnadseffektiviteten nere samt att endast en EKG-screening använts per atlet jämfört med årlig screening som främst debatterats vilket högst osannolikt skulle bli kostnadseffektivt i USA.
Accuracy of ECG interpretation in competitive athletes: the impact of using standardized ECG criteria. (23)	Drezner et. al.	2012	USA	Att jämföra olika läkares precision att bedömma EKG-mätningar hos tävlande atleter, antingen med hjälp av ett standardiserat hjälpmedel eller utan.	40 testpersoner (tävlande atleter) deltog, 28 med normala EKG och 12 med onormala. 60 läkare inom olika specialiteter blev tillfrågade att bedöma EKG-mätningarna hos testdeltagarna och försöka skilja ut de EKG som var normala och de som var avvikande.	2011	Tas inte upp.	12 med onormala EKG-värden.	28 med normala EKG-värden.	Utan hjälpmedel hade kardiologer bäst resultat med specialister inom idrottsmedicin strax efter. Med hjälpmedel steg dock samtliga läkares resultat signifikant, från 70 % till 91 % i specifitet och från 89 % till 94 % i känslighet, oberoende på specialistutbildning (p=0,053). Författarna tar därmed konklusionen att ett standardiserat hjälpmedel vid EKG-screening av atleter ökar läkares precision vid bedömningen, även för läkare med lite till ingen erfarenhet.

Significance of False Negative Electrocardiograms in Preparticipation Screening of Athletes for Hypertrophic Cardiomyopathy. (24)	Rowin et. al.	2012	USA	Att ta reda på i vilken utsträckning falskt negativa EKG mätningar förekommer bland unga patienter med hypertrof kardiomyopati.	114 unga patienter (under 35 år) med diagnostiserad hypertrof kardiomyopati undersöktes med 12-leads EKG och resultaten jämfördes för att se vilka EKG som klassades som patologiska och vilka som såg normala eller friska ut enligt det dokument som utgavs 2010 av European Society of Cardiology.	2012	77 % män. 23 % kvinnor	114 testpersoner. medelålder på 22 år, samtliga under 35.	Ingen.	103 av testpersonernas EKG såg patologiska ut och kunde därför kopplas till hypertrof kardiomyopati, men 11 patienter (10 %) hade ett EKG som såg normalt ut där förmodligen inga misstankar hade växt fram vid enbart EKG undersökning. Författarna drar slutsatsen att det är en stor andel personer som kan drabbas av hypertrof kardiomyopati utan några tecken som syns på 12-leads EKG och därför är en viktig faktor i avgörandet om EKG-screening ska införas eller inte och anser det vara en viktig begränsning.
Preventing sudden deaths of athletes with electrocardiographic screening. (25)	Halkin et. al.	2012	Israel	Att försöka ta reda på kostnaden för USA att införa en nationell EKG-screening av atleter samt hur många liv som skulle kunna räddas av det.	En kostnadsmodell framtog baserad på de italienska studierna kring EKG-screening där dem replikerade data i form av kategorisering av atleter och läkares förmågor. Storleken av populationen som skulle ingå i screeningen bestämdes utifrån data hämtade från NCAA och National Federation of State High School Associations. Kostnader kring diagnostisering av testerna hämtades från återbetalningar till Medicare.	Modellen är tänkt att sträcka sig över 20 år.	Tas inte upp.	Ingen.	Ingen.	Ett 20-års projekt med EKG-screening skulle kosta mellan 51 och 69 miljarder usdollar och skulle uppskattningsvis rädda kring 4813 liv. Då skulle priset för varje räddat liv kosta kring 10,6 miljoner usdollar och 14,4 miljoner usdollar. Författarna drar däremot bara slutsatsen att det skulle bli ett väldigt dyrt projekt för USA sett till pris per räddat liv och andra alternativ borde ses över.