

Betydelsen av skollunchens bidrag av näring och energi för elevers livsmedelskonsumtion, skolprestation och livskvalitet

Denna rapport har beställts av Livsmedelsverket i syfte att ge ett underlag som kan användas som stöd i myndighetens arbete.

Livsmedelsverket har inte tagit ställning till innehållet i rapporten, författarna svarar själva för rapportens innehåll och slutsatser.



Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelsverkets publikationer](#)

Citera gärna Livsmedelsverkets texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Livsmedelsverket, 2024.

Författare:

Zoë Morris och Liselotte Schäfer Elinder.

Rekommenderad citering:

Morris, Z., Schäfer Elinder, L. 2024. Betydelsen av skollunchens bidrag av näring och energi för elevers livsmedelskonsumtion, skolprestation och livskvalitet. Livsmedelsverkets externa rapportserie. Livsmedelsverket, Uppsala.

E 2024 nr 02

ISSN 1104–7089

Omslag: Livsmedelsverket

Förord

Detta vetenskapliga underlag har tagits fram på beställning av Enheten för hållbar livsmedelskonsumtion vid Livsmedelsverket. Syftet är att belysa betydelsen av skollunchens bidrag med näring och energi för elevers livsmedelskonsumtion, skolprestation och livskvalitet. Underlaget kommer att användas som stöd i Livsmedelsverkets arbete med att uppdatera de Nationella riktlinjerna för måltider i skolan. Underlaget presenterar en systematisk genomgång av den vetenskapliga litteraturen kring ett antal specifika frågeställningar som är relevanta för en svensk kontext och vissa avgränsningar har därför gjorts.

Rapporten har tagits fram av Zoë Morris (MSc) och Liselotte Schäfer Elinder (PhD, adjungerad professor) vid Institutionen för global folkhälsa, Karolinska Institutet. Rapporten har granskats av Emma Patterson (PhD, docent) vid Avdelningen för risk- och nyttovärdering, Livsmedelsverket. Rapporten har skrivits på engelska och översatts till svenska.

Britta Ekman

Enhetschef Hållbar livsmedelskonsumtion

Juli 2024

Innehåll

Förord.....	3
Förkortningar.....	5
Sammanfattning.....	6
Summary	7
Bakgrund	9
Syfte.....	11
Metod.....	12
Sökstrategi.....	12
Studieval	12
Resultat.....	14
Projekt 1: OPUS studien, 2011–2012, 8- till 11-åriga barn, Danmark.....	15
Projekt 2: CogniDo, 2011–2018, 10- 12-åriga barn, Tyskland.....	16
Projekt 3: National School Lunch Program (NSLP), USA.....	17
Projekt 4: The School Meal Project, 2014–2015, 11-12-åriga barn, Norge	18
Berikning av skolluncher	19
Måltidsmiljö.....	20
Hoppa över lunchen	20
Kvalitet på inkluderade artiklar	21
Mätmetoderna	22
Diskussion.....	23
Utfall.....	23
Kognitiv funktion	23
Skolnärvaro.....	24
Koncentration.....	24
Klassrumsmiljö.....	24
Matkonsumtion andra tider av dygnet	24
Livskvalitet.....	25
Relevans för den svenska kontexten.....	25
Öka konsumtionen av skollunch	26
Begränsningar.....	26
Slutsats	27
Referenser	28
Bilagor.....	34

Förkortningar

BMI	Body Mass Index
DFS	Double-fortified salt
DHA	Docosahexaenoic acid
EPA	Eicosapentaenoic acid
GI	Glycaemic Index
Hb	Haemoglobin
HDL	High-density lipoprotein
HEI	Healthy Eating Index
HRQoL	Health-related quality of life
MDM	Midday Meals
MetS	Metabolic syndrome
MNP	Micronutrient powder
NND	New Nordic Diet
NSLP	National School Lunch Program
QoL	Quality of Life
RCT	Randomised Controlled Trial
RoB	Risk of bias

Sammanfattning

En skollunch bör ge cirka en tredjedel av elevernas dagsbehov av energi och näringsämnen och kan därför bidra väsentligt till deras skolprestation och mående under skoldagen. I Sverige, där skolmåltider är kostnadsfria, äter mer än var tionde elev inte lunch varje dag, och var tredje äter inte huvudkomponenten av måltiden. Den här rapporten har sammanställt aktuell vetenskaplig litteratur om betydelsen av att elever äter tillräckligt mycket av näringsriktig mat under skollunchen. Resultatet visar att skollunchen är viktig – den bidrar till ett bättre näringsintag, ökad koncentration, bättre skolprestation och ökad livskvalitet hos eleverna.

Många av de studier som undersökts kommer från fyra större projekt från Danmark, Tyskland, USA och Norge. Få studier har undersökt effekten av ett högt respektive lågt näringsintag vid lunchen i förhållande till vad eleverna äter under resten av dagen, elevernas skolprestation, skolgång, koncentration, klassrumsmiljö, kognitiv förmåga eller livskvalitet. Studier har dock undersökt delar av orsakskedjan, särskilt effekterna av att hoppa över lunchen.

Resultaten visar att näringskvaliteten i skollunchen var bättre när elever erbjöds skolmåltider jämfört med när elever tog med sig eller köpte mat. Betydelsen av skollunchernas näringsinnehåll för kosten som helhet var positiv i de flesta studier som undersökt detta. När barn i USA fick hälsosamma skolluncher förbättrades det totala näringsintaget bland barn från höginkomstfamiljer, men inte bland barn från låginkomstfamiljer, trots att de åt en hälsosammare lunch. När det gäller effekten på elevers skolnärvaro verkar den inte påverkas av att skolan erbjuder hälsosamma skolmåltider.

Flera studier indikerar att den akademiska prestationen är bättre hos barn som oftare äter skolmåltider. Elever i Danmark ökade läshastigheten och läsprecisionen, dock inte prestationen i matematik, när de fick hälsosamma skolmåltider, till skillnad från andra typer av måltider med lägre näringskvalitet. Prestationerna i både engelska och matematik visade sig också öka när amerikanska elever åt lunch i stället för att hoppa över den. Tyska barns kognitiva prestationer var bättre under en kort tid efter att ha ätit skolmat, jämfört med om de hoppade över den. Dock har studierna endast undersökt akademisk prestation ur ett kortsiktigt perspektiv, inte effekter på slutgiltiga skolresultat.

Flera av studierna visar att koncentration eller uppmärksamhet ökade med näringsriktig skolmat. Denna förbättring i koncentration kan påverka klassrumsmiljön, som i en studie rapporterades vara lugnare efter att eleverna hade ätit skollunchen. I samma studie uppgav elever själva att de kunde koncentrera sig bättre på skolarbetet när de inte kände sig hungriga. Slutligen visar flera studier att livskvaliteten är högre hos elever som ofta äter skollunchen jämfört med om den hoppas över, särskilt när det gällde psykiskt välbefinnande och sömn. Det är mindre vanligt med fysiska hälsobesvär som huvudvärk och ryggvärk hos elever som äter skollunch jämfört med om den hoppas över.

Sammanfattningsvis visar kunskapsunderlaget att skollunchen bidrar till ett bättre näringsintag, ökad koncentration, bättre skolprestation och ökad livskvalitet hos eleverna. Dessa resultat är viktiga att beakta i den svenska skolkontexten, där många barn hoppar över delar eller hela skolmåltiden. Resultaten lyfter fram betydelsen av en näringsriktig lunch för många aspekter av elevers utveckling, beteende och välbefinnande.

Summary

Title: The contribution of nutrition and energy intake at school lunches to students' food consumption, school performance and quality of life.

A school lunch should provide approximately one third of students' daily energy and nutrient needs and can therefore contribute significantly to their school performance and well-being during the school day. In Sweden, where school meals are free, more than one in ten children do not eat lunch every day, and one in three do not eat the main component of the meal. This report has compiled the current evidence on the effects of eating a sufficient and nutritious school lunch. The results show the importance of school lunches, contributing to improved nutritional intake, increased concentration, school performance and quality of life for the students.

Many of the included studies come from four major projects from Denmark, Germany, the USA and Norway. Few studies investigated high versus low nutrient intake at lunch in relation to what schoolchildren ate during the rest of the day, their school performance and attendance, concentration, classroom environment, cognitive ability or quality of life. However, studies have examined aspects of this causal pathway, particularly the effects of skipping the school lunch.

The results show that the nutritional quality of children's lunch at school was better when students were offered/served school meals compared to when students brought or bought their own food. The importance of the nutritional content of school lunches for the diet as a whole was positive in most studies that investigated this. When children in the USA received healthy school lunches, overall nutrient intake improved among children from high-income families, but not among children from low-income families, despite eating a healthier lunch. As for the effect on school attendance, it does not appear to be affected by the school offering healthy school meals.

Several studies indicate that academic performance is better in children who eat school meals more often. Schoolchildren in Denmark increased reading speed and reading accuracy, but not performance in maths, when they received healthy school meals, compared to when they ate packed lunches from home. Performance in both English and maths was also found to increase when American students ate lunch compared to when lunch was skipped. Similarly, German children's cognitive performance was better for a short time after eating school lunch, compared to when lunch was skipped. However, the studies have only examined academic performance in the short term, not effects on final school results.

Several of the studies show that concentration or attention increases with consumption of nutritious school food. This increase in concentration may affect the classroom environment which, in one study, was reported to be calmer after eating the school meal. In the same study, schoolchildren self-reported being more able to concentrate on schoolwork when they did not feel hungry. Finally, several studies show that the quality of life is higher in students who often eat the school lunch compared to those who skip school lunches, especially when it came to psychological well-being and sleep. Physical health problems such as headaches and backaches were less common in students who ate school lunch than in those who skipped the school lunch.

In summary, the current evidence shows that the school lunch contributes to a better nutritional intake, increased concentration, better school performance and improved quality of life amongst schoolchildren. These results are important to consider in the Swedish context, where many children skip all or part of the school meal. The results highlight the importance of a nutritious lunch for many aspects of schoolchildren's development, behavior and well-being.

N.B. The title of the publication is translated from Swedish, however no full version of the publication has been produced in English.

Bakgrund

Gratis skolluncher infördes i Sverige på 1940-talet, främst motiverat av oro över näringskvaliteten på mat som konsumerades av befolkningen och särskilt av barn, eftersom deras kost hade brist på flera vitaminer och mineraler (Lundborg *et al.* 2022). På grund av den gradvisa uppskalningen av initiativet under 1950- och 1960-talen kunde en longitudinell studie genomföras som visade att, efter att ha undersökt möjliga förväxlingsfaktorer, hade personer som fick kostnadsfria skolmåltider under hela sin grundskola 3 procent högre livsinkomst än de som inte hade fått det (Lundborg *et al.* 2022). Att få skolmåltider ökade också antalet år i skola och vid universitet (Lundborg *et al.* 2022).

I Sverige är majoriteten av skolorna kommunalt drivna och i dessa har kommunen det övergripande ansvaret för att tillhandahålla skolluncherna och se till att de följer näringsrekommendationerna, inte den enskilda skolan. Livsmedelsverket har publicerat riktlinjer som ger stöd kring hur verksamheter kan planera för näringsriktiga måltider baserade på de nordiska näringsrekommendationerna. (Livsmedelsverket 2023). Enligt riktlinjerna bör skollunchen ge cirka 30 procent av barns dagliga behov av näringsämnen och energi, under en fyraveckorsperiod. Riktlinjerna är evidensbaserade och ger stöd för hur man kan arbeta med måltider utifrån ett helhetsperspektiv så att de, förutom näringsriktiga, även blir goda, trivsamma, säkra, miljösmarta och integrerade i skolans verksamhet.

Skolluncher organiseras olika i olika länder. I vissa länder prioriteras i första hand att äta under kort tid i klassrummet (Damsgaard *et al.* 2012). I andra länder har umgänge mellan elever hög prioritet, med lunchraster som är tillräckligt långa för att äta och leka eller umgås med andra barn snarare än vuxna (Berggren *et al.* 2021). I Sverige ses undervisning och umgänge vid lunch som en viktig del av lunchrutinen med lärare som sitter vid samma bord som barn och äter lunch med dem (Berggren *et al.* 2021). Detta är en del av ett synsätt med "pedagogiska måltider" som har rapporterats ha både fördelar och nackdelar (Berggren *et al.* 2020, 2021). Positiva aspekter av detta tillvägagångssätt inkluderar att barn ser lärare som förebilder och som potentiellt kan påverka vad elever äter, samt att undvika mobbning (Berggren *et al.* 2020, 2021). Vissa elever har dock rapporterat att de känner att lärare kontrollerar miljön för mycket och att de ibland inte kunde sitta med sina vänner, vilket de ogillade (Berggren *et al.* 2020).

Idag består skollunchen i Sverige av minst en varmrätt, en salladsbuffé, bröd och pålägg samt mjölk eller vatten (Livsmedelsverket 2023). Eleverna tar själva och kan välja vad de vill ha. En nationellt representativ svensk studie fann att äta skollunch varje dag var förknippat med ett högre intag av de flesta näringsämnena, men inte en bättre näringstäthet, jämfört med barn som åt skollunch mindre än fem gånger i veckan (Persson Osowski *et al.* 2017). Studien fann att 12 procent av barnen i årskurs 2 och 5 inte åt skollunch varje dag och 33 procent av barnen inte åt huvudkomponenten i måltiden varje dag (Persson Osowski *et al.* 2017).

En senare, nationellt representativ svensk studie som inkluderade elever i årskurs 5 och 8 fann att mellan 20 och 36 procent av eleverna inte åt skollunch varje dag. Vidare visade studien att lunchen stod för ungefär hälften av det dagliga grönsaksintaget och två tredjedelar av det dagliga fiskintaget (Eustachio Colombo, Patterson, Elinder, *et al.* 2020). Näringstätheten var högre och energitätheten lägre vid lunch jämfört med maten som konsumerades under resten av dagen (Eustachio Colombo, Patterson, Elinder, *et al.* 2020). Det totala dagliga energijusterade intaget av de flesta näringsämnen och livsmedelsgrupper

var lägre för elever till lågutbildade föräldrar jämfört med elever till föräldrar med högre utbildning (Eustachio Colombo, Patterson, Elinder, *et al.* 2020). För skollunchen var det dock endast järn- och fiberintaget som var signifikant lägre i gruppen med lågutbildade föräldrar (Eustachio Colombo, Patterson, Elinder, *et al.* 2020). Skolluncher bidrar därmed positivt till svenska barns kost och kan minska social ojämlikhet i näringsintag. Detta har också hittats i andra länder. Horikawa *et al.* (2020) undersökte skollunchernas bidrag till närings-, mat- och energiintag i Japan genom att jämföra matdagböcker från två dagar i skolan med två dagar under helgen (Horikawa *et al.* 2020). De fann att otillräckligt intag av mikronäringsämnen var betydligt vanligare på helgerna inklusive många vitaminer, folat, kalium, kalcium, magnesium, järn, zink och pantotensyra (Horikawa *et al.* 2020). De tittade också på detta i relation till familjens inkomstnivå och fann att på dagar med skollunch fanns det inga skillnader i mikronäringsintag mellan barn från familjer med olika inkomstnivåer (Horikawa *et al.* 2020). På helgerna, utan skollunch, var barn från låginkomsthushåll mycket mer benägna att ha ett otillräckligt intag av vitamin B6, pantotensyra, kalium, magnesium, fosfor, järn och zink, vilket tyder på att skolluncherna minskade denna ojämlikhet (Horikawa *et al.* 2020).

Många skolor i Sverige kämpar för att barn ska möta näringsbehoven. I en studie med hjälp av verktyget SkolmatSverige undersöktes förändringar i skollunchens näringskvalitet mellan 2012 och 2019 genom upprepad självgranskning (Patterson *et al.* 2022). Både upprepade tvärsnitts- och longitudinella data användes (Patterson *et al.* 2022). Upprepade tvärsnittsanalyser visade att andelen skolor som uppfyller näringskriterierna hade ökat markant från 11 procent läsåret 2012/13 till 34 procent läsåret 2018/19 (Patterson *et al.* 2022). Varje ytterligare granskning som genomfördes av samma skola ökade sannolikheten för att uppfylla näringskriterierna (Patterson *et al.* 2022). Slutsatsen från denna studie var att både 2011 års lagstiftning och självgranskning med automatisk återkoppling var effektiva för att hjälpa skolor att förbättra skolmältidens kvalitet, men att det fortfarande behövdes avsevärd förbättring av näringskvaliteten (Patterson *et al.* 2022).

Svenska barn konsumerar i genomsnitt inte det rekommenderade dagliga intaget av många näringsämnen (Warensjö Lemming *et al.* 2018). Adekvat dagligt intag av makro- och mikronäringsämnen under barndomen är viktigt för många aspekter av hälsan, inklusive fysisk och kognitiv tillväxt genom tonåren och bidrar till minskad risk att utveckla kroniska sjukdomar senare i livet (Lassi *et al.* 2017). Följaktligen bidrar lunchen, givet dess betydande bidrag till det dagliga intaget, sannolikt också till dessa aspekter av hälsa. Även om många studier och kunskapsöversikter har undersökt de positiva effekterna av att tillhandahålla kostnadsfri skollunch på barns hälsa, beteende och akademiska resultat (Cohen *et al.* 2021), är forskning om effekten av *adekvat* näring vid skollunchen mer tillämpbar för det svenska sammanhanget, eftersom skolmältider har tillhandahållits under lång tid. Denna översikt syftar därför till att identifiera forskning om intag av energi och näringsämnen i skolluncher, undersöka hur intaget påverkar olika beteendemässiga, kognitiva och hälsomässiga utfall samt relatera resultaten till den svenska kontexten.

Syfte

Syftet med denna litteraturöversikt var att bedöma effekterna av tillräckligt närings- och energiintag, jämfört med otillräckligt intag, vid skollunch på följande resultat:

- Akademisk prestation
- Kognitiv funktion
- Skolnärvaro
- Koncentration
- Klassrumsmiljö
- Elevernas matkonsumtion andra tider på dygnet
- Livskvalitet

Metod

Denna granskning följde riktlinjerna för Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) (Page *et al.* 2021).

Sökstrategi

Studier för denna kunskapsöversikt söktes i PubMed och Web of Science. Söktermerna inkluderade: lunch, school, student, pupil, child, consumption, “food intake”, attendance, performance, achievement, grade, score, concentration, attention, tired, classroom, cognition, cognitive, intelligence, intellect, academic, skill, memory, and “quality of life”. De exakta söksträngarna för sökningen som gjordes den 22 januari 2024 visas i Bilaga 1. Sökresultaten var begränsade till resultat publicerade på engelska eller svenska och de som publicerades efter 2009-01-01. Detta datum valdes då en tidigare granskning av ämnet gjord för Livsmedelsverket publicerades 2011 (Lennernäs 2011) och därför behövde informationen i denna inte upprepas, men en period av överlappning ansågs viktig. Referenslistor över de inkluderade artiklarna kontrollerades för eventuella artiklar som inte hittades vid sökningen.

Studieval

Resultat från databassökningarna importerades till litteraturgranskningsverktyget Rayyan (Ouzzani *et al.* 2016). Dubletter togs bort och titlarna och sammanfattningarna av de återstående artiklarna skannades för relevans och uteslutning av den första författaren till denna rapport. Vid skanning var ett ytterligare inklusionskriterium att artiklarna måste finnas i en tidskrift som granskats av andra forskare. Artiklar inkluderades endast om de:

- gällde grund- eller gymnasieskolor
- handlade om lunch (många artiklar handlade bara om frukost eftersom mycket forskning har gjorts om skolfrukost), och skolmat i synnerhet (uppsatser om matsäck hemifrån ingick endast om skolmat också diskuterades i uppsatsen)
- inte bara handlade om skollunchpolicyer utan specifikt om de måltider som konsumeras
- diskuterade mer än bara maten som ingick (till exempel exkluderades uppsatser som bara identifierade maten som ingick i luncherna, men som inte gjorde några jämförelser eller slutsatser angående utfallen)
- gällde en generaliserbar befolkning (exempelvis exkluderades artiklar om de bara undersökte barn med fetma eller undernäring på landsbygden i Afrika)

När alla artiklar hade bedömts för uteslutning baserat på titel och sammanfattning lästes de återstående artiklarna i sin helhet och ett beslut fattades om att de skulle inkluderas.

Bedömning av bias

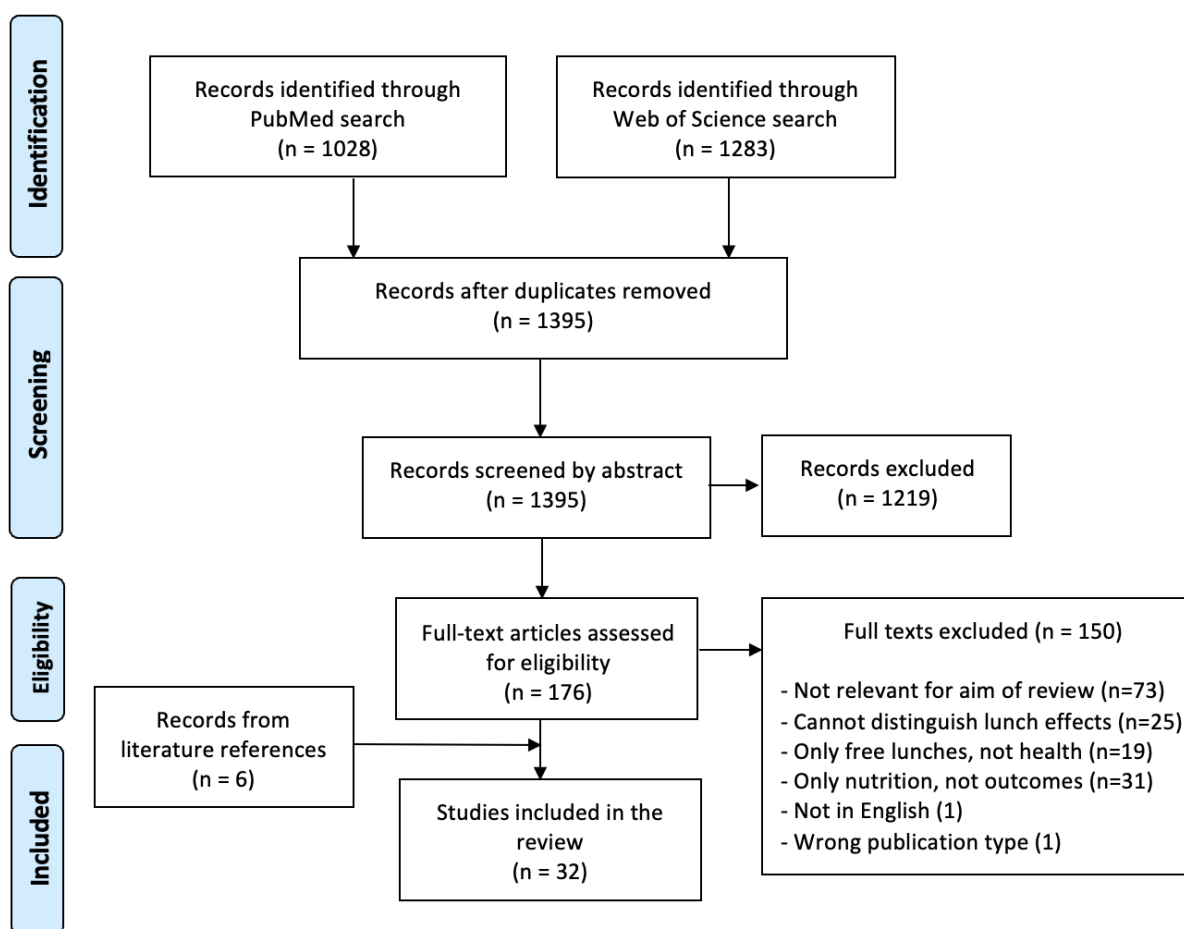
Risken för bias bedömdes för alla artiklar med hjälp av lämpliga verktyg för respektive typ av studie:

- För randomiserade kontrollerade studier (RCT) och randomiserade crossover-studier användes verktyget RoB 2 (Sterne *et al.* 2019)
- För icke-randomiserade interventionsstudier användes verktyget ROBINS-I (Sterne *et al.* 2016)
- För tvärsnittsstudier och longitudinella studier användes verktyget ROBINS-E (ROBINS-E Development Group *et al.* 2023)
- För kvalitativa studier användes ett ramverk från den brittiska regeringen "*Quality in Qualitative Evaluation*" (Spencer *et al.* 2003)

Verktygen RoB 2 och ROBINS-E ger bedömningar av "låg risk", "måttlig risk", "hög risk" eller "mycket hög risk" för bias för olika domäner (Bilaga 3) och för den övergripande bedömningen. ROBINS-I-verktyget använder en annan terminologi och därför benämns verktygets kategori "måttlig risk" i denna granskning för "vissa bekymmer", "allvarlig risk" benämns "hög risk" och "kritisk risk" benämns "mycket hög risk" i denna översikt. Det kvalitativa verktyget som används har ingen övergripande riskbedömning. Om alla checklistpunkter var uppfyllda i alla domäner, gavs den domänen bedömningen "låg risk" för jämförbarhetens skull. Om en domän inte var uppfylld gavs bedömningen "vissa bekymmer" och om två eller fler domäner inte var uppfyllda, gavs bedömningen "hög risk". Om en domän hade betyget "vissa bekymmer" fick artikeln bedömningen "vissa bekymmer", och om en domän hade betyget "hög risk" fick den bedömningen "hög risk".

Resultat

Sökningarna i PubMed och Web of Science resulterade i 2311 artiklar (Figur 1). Efter att ha tagit bort dubletter återstod 1395 artiklar. Trots ett omfattande arbete med söktermer och sökstrategi, inkluderades många irrelevanta artiklar i den första sökningen eftersom "eligible for free and reduced-price lunch" användes som ett mått på låg socioekonomisk status i många skolbaserade studier som annars inte var relaterade till ämnet. Den preliminära granskningen gallrade bort 1219 artiklar, varvid 176 blev kvar. Dessa lästes i sin helhet och 150 togs därefter bort, främst för att de inte var relevanta för forskningsfrågan. Andra skäl till uteslutning var att artikeln tittade på effekterna av gratis skolmåltider och inte nämnde näring, eller tvärtom att endast näringsaspekter av luncher diskuterades och inte tillräckligt mycket om relevanta effekter för att vara användbara för granskningen. Vissa uppsatser uteslöts eftersom, trots att man tittade på näring och relevanta utfall, kunde lunchens betydelse för utfallet inte isoleras gentemot hela kostens. En artikel uteslöts eftersom den inte var på engelska, trots att detta användes som ett filter, och en annan exkluderades eftersom det var ett sammandrag från en konferens, inte en tidskriftsartikel som beskrivits i sökningen. Ytterligare sex artiklar identifierades genom referenser från de inkluderade artiklarna. Trettiotvå artiklar inkluderades därför i granskningen (Bilaga 2).



Figur 1. PRISMA flödesschema som visar processen från identifiering av artiklar från första sökresultat till de 32 inkluderade artiklarna.

Resultatet av litteratursökningen visade att få artiklar hade beskrivit vilken betydelse måltidens näringsinnehåll hade för elevernas skolprestation, skolgång, matkonsumtion under resten av dagen, koncentration, klassrumsmiljö, kognitiv förmåga eller livskvalitet. Eftersom att hoppa över lunch påverkar närings- och energiintaget, inkluderades även studier som undersökte effekterna av att hoppa över lunch.

Många av de ingående artiklarna kom från tre större projekt och ett mindre norskt projekt som beskrivs nedan. De återstående artiklarna är grupperade efter ämne, inklusive näringsberäkning av måltider, skolmatmiljö och effekten av att skippa måltider.

Projekt 1: OPUS studien, 2011–2012, 8- till 11-åriga barn, Danmark

Sju artiklar publicerades om OPUS-studien (Optimal well-being, development and health for Danish children through a healthy New Nordic Diet) som genomfördes i Danmark. I denna studie gavs gratis skolluncher baserade på New Nordic Diet (NND) som var utformad för att bland annat innehålla mer frukt och grönsaker, mer fullkorn, mer fisk, mindre kött och färre tillsatser än barnens vanliga lunchpaket (Damsgaard *et al.* 2012). Barnen fick även morgon- och eftermiddagsnacks, en 5–10 minuter längre lunchrast och var involverade i tillagning och servering av mat vid 3–5 tillfällen under hela interventionen (Damsgaard *et al.* 2012). Lunchen serverades antingen i klassrummet eller en gemensam matplats. I Danmark tar eleverna vanligtvis med sig sin lunch hemifrån. I denna klusterrandomiserade, crossover-studie åt eleverna den nya skolmaten och mellanmålen i tre månader i den anpassade måltidsmiljön (interventionslunch), och deras vanliga lunchpaket i tre månader (kontrolllunch). Lunchpaketet bestod vanligtvis av smörgåsar gjorda på rågbröd medan skolmaten var varma luncher som varierade under veckan, till exempel en fiskdag, en kött dag och en vegetarisk dag (Damsgaard *et al.* 2012, Andersen, Biloft-Jensen, Christensen, *et al.* 2015). Eleverna delades in i två kohorter, varav den ena fick interventionslunchen i tre månader och sedan kontrolllunchen i tre månader och den andra i motsatt ordning. Många olika resultat studerades inklusive akademisk prestation, uppmärksamhet, allmänt välbefinnande, blodnivåer av mikronäringsämnen och hormoner och bentäthet (Damsgaard *et al.* 2012). Resultaten studerades vid tre tidpunkter, vid baslinjen, efter tre månader och igen vid sex månader för att fånga effekterna av varje period av studien (Damsgaard *et al.* 2012). Tester för att mäta akademisk prestation utfördes på samma veckodag och vid samma tid på dagen för varje skola under varje testperiod (Sørensen, Dyssegaard, *et al.* 2015).

Under interventionsperioden ökade det totala dagliga intaget av potatis, fisk, grönsaker, ost och ägg medan intaget av bröd och fetter minskade (Andersen *et al.* 2014). Det visade sig också att veckointaget av rotfrukter, kål, bär och fisk ökade (Andersen, Biloft-Jensen, Andersen, *et al.* 2015). Interventionen hade dock ingen signifikant effekt på det dagliga frukt- eller köttintaget (Andersen *et al.* 2014). När man inkluderade fisk till lunch en eller två gånger i veckan, ökade barns intag av omega-3-fettsyror (EPA och DHA), vitamin D och jod (Andersen *et al.* 2014). Blodnivåerna av omega-3-fettsyror (EPA och DHA) ökade markant, som en följd av det ökade intaget (Sørensen, Damsgaard, *et al.* 2015). Trots det ökade D-vitaminintaget skedde dock ingen signifikant ökning av D-vitaminnivåerna i blodet (Petersen *et al.* 2015). På liknande sätt ökade järnintaget signifikant, medan blodets ferritin- och hemoglobinnivåer inte ökade (Sørensen, Damsgaard, *et al.* 2015).

Den NND-baserade lunchen påverkade vissa aspekter av akademisk prestation. Läshastigheten och precision var högre i testerna i slutet av interventionsperioden jämfört med kontrollperioden (Sørensen, Dyssegaard, *et al.* 2015, Sørensen *et al.* 2016). Båda dessa utfall ökade i takt med högre omega-3-fettsyror i blodet (Sørensen, Damsgaard, *et al.* 2015). De ökade EPA- och DHA-nivåer i blodet korrelerade också med en minskning av ouppmärksamhet och impulsivitet (Sørensen, Damsgaard, *et al.* 2015). Den NND-baserade lunchen hade ingen effekt på prestation i matematik, på koncentration eller på skolnärvaro (Laursen *et al.* 2015, Sørensen, Dyssegaard, *et al.* 2015). Projektet undersökte också komponenter som påverkar barns livskvalitet, inklusive självrapporterat välbefinnande och förekomst av allergier och astma, samt undersökte BMI och bentäthet, som inte påverkades av att delta i NND (Damsgaard *et al.* 2014, Laursen *et al.* 2015). Denna brist på effekt på allergier, astma och bentäthet är inte förvånande eftersom interventionen bara var tre månader lång och därför inte realistiska att uppnå på så kort tid.

Den danska OPUS-studien fann att barn, när de konsumerade NND, hade ett signifikant högre intag av vitamin B6, C och E, folat, kalium, magnesium, järn, zink, fosfor och niacin jämfört med när de åt sina vanliga lunchpaket (Andersen *et al.* 2014, Petersen *et al.* 2015).

OPUS-studien hade en hög retentionsgrad, med endast 8,3 procent av deltagarna som hoppade av, trots de ganska omfattande kraven som 7-dagars matdagbok och blodprover (Damsgaard *et al.* 2012). Alla artiklar från OPUS-studien bedömdes ha låg risk för bias.

Projekt 2: CogniDo, 2011–2018, 10–12-åriga barn, Tyskland

En annan serie av relevanta artiklar kommer från projektet Cognition Intervention Study Dortmund (CogniDo), bestående av den första CogniDo-studien från 2011 (Müller *et al.* 2013), CogniDo PLUS, genomförd 2013 (Schröder *et al.* 2015), och CogniDo-GI-studie från 2017-2018 (Drozdowska *et al.* 2022). Dessa var alla randomiserade crossover-studier som undersökte effekterna av skollunch på kognitiva prestationer. I Tyskland erbjuds eleverna vanligtvis delvis subventionerade skolmåltider. I CogniDo och CogniDo PLUS studierna fanns två interventionsgrupper, en där barnen fick sin skollunch vid normal lunchtid och en där barnen fick sin lunch senare på eftermiddagen (gruppen "ingen lunch") (Schröder *et al.* 2015). Barn erbjöds frukost i båda grupperna och uppmanades att endast dricka vatten eller te mellan frukost och lunch (Schröder *et al.* 2015). Kognitiva tester utfördes samtidigt oavsett interventionsgrupp (Schröder *et al.* 2015). De kognitiva testerna undersökte förekomsten av en förändring i kognitiv prestationsförmåga efter lunch (Schröder *et al.* 2015). Testerna mätte aspekter av kognition inklusive byte av uppgift, arbetsminne, hämning och vakenhet (Müller *et al.* 2013, Schröder *et al.* 2015, 2016).

Den ursprungliga CogniDo-studien fann inga signifikanta skillnader i någon av de kognitiva testerna mellan barn som ätit lunch och de som inte hade det (Müller *et al.* 2013). En skillnad i vakenhet rapporterades, men detta var inte längre signifikant efter att endast barn som följt protokollet inkluderats, och bör därför inte betraktas som ett tillförlitligt fynd (Müller *et al.* 2013). Två analyser från CogniDo PLUS-studien undersökte om skillnader i kognitiv prestation fanns vid två olika tidpunkter efter lunch (45 minuter och 90 minuter), för att ta hänsyn till potentiella skillnader i början av ett "efterlunchdipp" (Schröder *et al.* 2015, 2016). De fann att när barn hade ätit lunch gjorde de betydligt färre misstag i arbetsminnesuppgiften än barn som inte åt lunch 45 minuter efter lunch, vilket tolkades som en ökad kognitiv funktion som ett resultat av lunchen (Schröder *et al.* 2015). De fann dock inga signifikanta

effekter efter 90 minuter (Schröder *et al.* 2016). De drog slutsatsen att intag av skollunch inte hade några skadliga effekter på kognitiv funktion, vilket skulle upplevas i ett "efterlunchdipp" samt att ökningen i kognitiv funktion inträffade strax efter att lunchen intagits (Schröder *et al.* 2016). I båda dessa studier, såväl som den första CogniDo-studien (Müller *et al.* 2013), hade många av deltagarna (upp till 42,5 procent) "osannolika data" i form av mycket långa eller korta reaktionstider eller felfrekvenser >50 procent (som detta skulle förväntas om deltagaren valde slumpmässigt) (Schröder *et al.* 2015). Detta resulterade i att dessa individer uteslöts från analyserna av dessa uppgifter och skillnader i deltagaregenskaper hittades mellan de inkluderade och exkluderade barnen, vilket kan begränsa resultatens generaliserbarhet (Schröder *et al.* 2015).

Den sista studien i detta projekt var CogniDo-GI-studien som syftade till att identifiera kognitiva effekter av att konsumera olika nivåer av berikat ris genom att jämföra ris med högt glykemiskt index (GI) med ris med medelhögt GI (Jansen *et al.* 2020). Liksom med CogniDo PLUS, undersökte CogniDo-GI crossover-studien även effekterna både 45 minuter och 90 minuter efter lunchen (Jansen *et al.* 2020, Drozdowska *et al.* 2022). De fann inga skillnader i kognitiv prestation eller koncentration efter 90 minuter när barn konsumerade båda typerna av ris (Drozdowska *et al.* 2022). Barn som åt ris med högt GI var signifikant bättre på två parametrar 45 minuter efter lunch jämfört med barn som åt ris med medelhögt GI nämligen reaktionstid i en minnesuppgift och antal fel i en vakenhetsuppgift (Jansen *et al.* 2020). Dessa parametrar kunde dock inte jämföras inom samma individ, och visar därför bara skillnader mellan de två grupperna, vilket kan förklaras av många andra faktorer och som författarna därför rekommenderar att tolka med försiktighet (Jansen *et al.* 2020).

Fem artiklar rapporterade om CogniDo studierna, varav två (CogniDo-GI-studierna) bedömdes ha låg risk för bias (Jansen *et al.* 2020, Drozdowska *et al.* 2022), och tre visade sig ha hög risk för bias i denna granskning (Müller *et al.* 2013, Schröder *et al.* 2015, 2016). Anledningen till detta var att utöver det ovan nämnda höga antalet deltagare som uteslöts på grund av att de hade "osannolika data", så uteslöts många barn på grund av låg följsamhet i per-protokollanalyser. Detta skedde genom att barn fick ett mellanmål när de var i gruppen "ingen lunch", då de bara fick dricka vatten eller te mellan frukost och lunch. I enlighet med risken för bias-verktyg som använts har artikeln en låg risk för bias när det gäller följsamhet till interventionen om ett litet antal deltagare exkluderas och det inte påverkar resultaten nämnvärt (Sterne *et al.* 2019). I de två artiklarna som bedömdes som låg risk exkluderades mycket färre barn på grund av bristande följsamhet (<10 procent) och resultaten ändrades inte när endast barn med hög följsamhet inkluderades. Detta tyder på att det inte fanns någon betydande inverkan på resultaten (Sterne *et al.* 2019). I de tre artiklarna med hög risk för bias försvann dock några signifikanta resultat när författarna uteslöt barn med låg följsamhet, vilket tyder på en betydande inverkan på resultaten (Müller *et al.* 2013, Schröder *et al.* 2015, 2016).

Projekt 3: National School Lunch Program (NSLP), USA

The National School Lunch Program (NSLP) är ett nationellt regeringsfinansierat initiativ i USA som ger alla skolbarn möjlighet att äta en hälsosam lunch, till en reducerad kostnad eller gratis för barn från låginkomstfamiljer (Gearan *et al.* 2020). The School Nutrition and Meal Cost Study (SNMCS), en nationellt representativ studie i USA, tittade på effekten av NSLP på näringskvaliteten i barns kost. Studier från SNMCS, utförda 2014–2015, som inkluderade barn i åldrarna 6–19 år, fann att skollunchintaget var betydligt hälsosammare för barn som deltog i NSLP, jämfört med de som inte deltog (som tog med sig lunch hemifrån eller köpte den) (Gearan *et al.* 2020, 2021). Kostintag över 24

timmar var dock inte signifikant hälsosammare för barn som deltog. De enda skillnaderna var mängden fullkorn och mejeriprodukter som konsumerades, där barn som deltog låg närmare den rekommenderade mängden (Gearan *et al.* 2021).

SNMCS identifierade därefter en skillnad för barn från låg- och höginkomstfamiljer, där barns hälsosammare intag kvarstår under 24 timmar för höginkomstfamiljer men inte för barn från låginkomstfamiljer (Gearan *et al.* 2020). Ett lägre intag av fullkorn och mejeriprodukter kvarstod hos barn från låginkomstfamiljer (Gearan *et al.* 2020). Författarna föreslog två möjliga förklaringar till denna ojämlikhet: 1) Barn från låginkomstfamiljer äter betydligt mindre hälsosam kost utanför skolan än barn från höginkomstfamiljer. Detta skulle förklara varför deras hälsosammare intag inte kvarstod under 24 timmar; alternativt att 2) lunch bidrar med olika stor andel av dagens totala näringsintag i de olika grupperna och påverkar därför näringskvaliteten i olika utsträckning (Gearan *et al.* 2020). Kvaliteten i en av SNMCS-studierna bedömdes ha "vissa bekymmer" med risk för bias (Gearan *et al.* 2020) eftersom det saknades data om exponeringsstatus för vissa deltagare, men imputering gjordes med etablerade metoder och därför klassades studien inte som "hög risk". Den andra studien hade inte detta problem och klassades därför som "låg risk" för bias (Gearan *et al.* 2021).

Schwartz och Rothbart (2020) genomförde en longitudinell studie som inte var en del av SNMCS men som också tittade på effekterna av NSLP mellan 2010–2013 hos barn i åldrarna 8–14 år, särskilt genom att mäta antalet NSLP-luncher som konsumerades (Schwartz and Rothbart 2020). Att delta oftare i NSLP-luncher hade ingen effekt på skolnärvaron, men var förknippat med en högre akademisk prestation i både engelska och matematik (Schwartz and Rothbart 2020). Kvaliteten i denna studie hade "vissa bekymmer" med risk för bias eftersom exponeringsvariabeln (deltagande i NSLP-luncherna) började mätas före studiens startdatum (ROBINS-E Development Group *et al.* 2023), även om den kunde rapporteras tillförlitligt tack vare ett elektroniskt spårningssystem för måltidsdeltagande (Schwartz and Rothbart 2020).

Projekt 4: The School Meal Project, 2014–2015, 11–12-åriga barn, Norge

En norsk kvasi-experimentell, icke-randomiserad studie undersökte effekterna av att ge barn kostnadsfri och hälsosam skolmat under ett år som en del av "The School Meal Project" (Vik *et al.* 2019). Skolmåltider serveras normalt inte i Norge, där barn vanligtvis tar med sig en matsäck hemifrån, ofta bestående av bröd och pålägg (Illøkken *et al.* 2021). Interventionsmåltiden utvecklades i linje med näringsrekommendationer och bestod av fullkornsbröd och en mängd hälsosamma livsmedel inklusive mycket frukt och grönsaker (Vik *et al.* 2019). I interventionsskolan fick eleverna äta så mycket av lunchen som de ville (Vik *et al.* 2019). Dessutom förändrades den sociala måltidsmiljön. Även om de fortfarande åt i klassrummet var deras skrivbord ordnade så att de kunde umgås med varandra under lunchen i stället för att, som vanligt, titta på en video eller lyssna på läraren, som var fallet före interventionen (Illøkken *et al.* 2021). I kontrollskolan, som hade en liknande storlek och placering som interventionsskolan, hade barnen med sig matsäck och miljön var som vanligt (Illøkken *et al.* 2021). Intervjuer genomfördes med barn och lärare direkt efter interventionen och fem år senare (Illøkken *et al.* 2021).

Eleverna rapporterade att måltiderna ökade deras koncentration efter lunch, gav dem mer energi och fick dem att känna sig mer vakna under resten av dagen (Illøkken *et al.* 2021). Lärare rapporterade också detta och noterade särskilt att eleverna tog en mer aktiv roll i klasserna och att det var en lugnare miljö

efter lunch (Illøkken *et al.* 2021). Elevernas förklaring till detta var att de inte behövde fokusera på att känna sig hungriga utan kunde i stället koncentrera sig på lektionen (Illøkken *et al.* 2021). Både lärare och elever tyckte att interventionsmåltiderna var fördelaktiga ur ett socialt perspektiv. Detta kan dock bero på de socialiserande aspekterna av interventionen och sannolikt inte på kostförändringen i sig (Illøkken *et al.* 2021). De fann att barn exponerades för fler grönsaker, började gilla dem på grund av det och fortfarande åt dem fem år senare (Illøkken *et al.* 2021). Ett barn rapporterade att de bytte från vitt bröd till fullkornsbröd som ett resultat av interventionen, en vana som de hade behållit fem år senare (Illøkken *et al.* 2021).

Endast en artikel från denna studie uppfyllde våra inklusionskriterier och beskrev relevanta utfall för denna kunskapsöversikt. På grund av det lilla urvalet som intervjuades i studien kan den inte generaliseras, men de kvalitativa svaren ger ändå värdefull information.

Berikning av skolluncher

I Indien har flera studier använt ett statligt kostnadsfritt lunchprogram, "Midday Meals" (MDM), för att undersöka effekten av att berika luncher med mikronäringsämnen, särskilt järn för att hantera anemi (Thankachan *et al.* 2012). I en sexmånaders interventionsstudie med tre grupper med MDM fick barn luncher med ris som antingen 1) berikades med mikronäringsämnen som inkluderade en låg mängd järn; 2) berikades med mikronäringsämnen som inkluderade en hög mängd järn; eller 3) inte berikat (Thankachan *et al.* 2012). Hemoglobinkoncentrationen och plasmavitamin B12, viktigt för kognitiv utveckling, ökade signifikant i båda grupperna som fick berikat ris efter 6 månaders intervention. Prevalensen av anemi minskade signifikant i gruppen som fick det berikade riset med en låg järnnivå (Thankachan *et al.* 2012). Denna artikel hade en låg risk för bias.

En annan RCT som testade en berikad MDM-skollunch i Indien använde salt (DFS) berikat med både extra järn och jod (von Grafenstein *et al.* 2023). De undersökte effekterna av exponering för DFS-berikade luncher under olika långa perioder (4 år mot 1,5 år) på barns hälsa och kognitiva funktioner (von Grafenstein *et al.* 2023). De barn som fick de berikade luncherna i fyra år hade högre hemoglobinnivåer och lägre förekomst av anemi, även om det inte fanns någon effekt på kognition i någon av grupperna (von Grafenstein *et al.* 2023). Denna studie har potentiellt hög risk för bias eftersom författarna fann att bortfallet var signifikant korrelerad med kognitiv funktion och anemistatus (von Grafenstein *et al.* 2023). De undersökte dock sambanden i detalj, gjorde flera modeller för att justera för problemen och redogjorde för det i sina resultat (von Grafenstein *et al.* 2023).

En ettårig berikningsstudie med RCT design genomfördes i Pakistan med tre grupper: 1) en vanlig skollunch hela året, 2) skollunch hela året som berikades med ytterligare mikronäringsämnen från månad sex, 3) ingen skollunch (Lowe *et al.* 2023). Barn som deltog i studien var i åldern 5–12 år (Lowe *et al.* 2023). Barn i Pakistan får vanligtvis inte skollunch, eftersom deras skoldag normalt slutar kl. 14.00 (Lowe *et al.* 2023). Kognitiv funktion och hemoglobinkoncentration bedömdes efter fem eller sex månader (innan berikningen startade) och vid 12 månader (Lowe *et al.* 2023). Efter fem eller sex månader var den kognitiva funktionen signifikant bättre i en av grupperna jämfört med den grupp som inte fick skollunch. Vid 12 månader presterade dock barn från båda grupperna som fick skollunch bättre på kognitiva tester än de som inte fick skollunch, utan någon skillnad mellan de två grupper som fick skollunch (Lowe *et al.* 2023). Det fanns inga signifikanta skillnader i barns hemoglobinkoncentration vid någon tidpunkt mellan grupperna (Lowe *et al.* 2023). Kvaliteten i den här studien hade "några

bekymmer" med bias, eftersom förväxlingsfaktorer identifierades av författarna. Även om de noggrant redogjorde för det i sina modeller, bedömer ROBINS-I-verktyget att artikeln hade "några bekymmer" (Sterne *et al.* 2016).

Måltidsmiljö

En studie från Storbritannien undersökte vilken potentiell effekt måltidsmiljön hade på klassens beteende i grundskolor (Golley *et al.* 2010) och gymnasieskolor (Storey *et al.* 2011). Denna tremånaders RCT hade en interventions- och en kontrollgrupp. Interventionen riktade sig både till matmiljön eller själva matutbudet (till exempel fler och mer hälsosamma val, introduktion av salladsbarer, temadagar) och måltidsmiljön (till exempel måla eller dekorera, arrangera om bord, minska köerna) (Storey *et al.* 2011). Resultaten som mättes var "inlärningsrelaterade beteenden" efter lunch, särskilt beteenden som nivån av koncentration på den avsedda uppgiften i klassrummet och beteenden som distraherad eller störande beteende (Storey *et al.* 2011).

Författarna fann i både grund- och gymnasieskolor, att det inträffade vissa förbättringar i inlärningsrelaterade beteenden i interventionsskolorna. I grundskolan fanns det dock ingen signifikant övergripande effekt av interventionen på koncentrationsförmåga eller på störande beteende, även om förändringar i specifika beteenden identifierades (Golley *et al.* 2010). Det var en förbättrad koncentration när läraren interagerade direkt med eleven. Däremot minskade koncentrationen och det störande beteendet mellan elever ökade (Golley *et al.* 2010).

I gymnasieskolor förbättrades koncentrationsförmågan och störande beteende minskade i både interventions- och kontrollgruppen, men effekterna var signifikant högre i interventionsgruppen (Storey *et al.* 2011). Konsumtionen av skollunch ökade något i både interventions- och kontrollgruppen, så det verkar inte som om interventionen motiverade eleverna att föredra skollunchen över sina lunchpaket (Storey *et al.* 2011). Trots att man inte kunde urskilja om beteendeförändringarna berodde på förändringar i maten eller måltidsmiljön fanns effekterna på beteendet fortfarande kvar när man justerade för "lunchtyp" (skollunch eller lunchpaket). Detta tyder på att det kan ha varit förändringarna i matsalsmiljön snarare än själva skolmåltiden som orsakade effekten (Storey *et al.* 2011).

Grundskolestudien fick kvalitetsbetyget "vissa bekymmer" eftersom det fanns en obalans i baslinjen mellan kontroll- och interventionsskolorna, med färre elever som var berättigade till gratis skolmåltider i kontrollgruppen (Golley *et al.* 2010). Denna obalans fanns inte i studien om gymnasieskolor och därför bedömdes den studien ha en låg risk för bias (Storey *et al.* 2011).

Hoppa över lunchen

Att hoppa över lunch har visat sig vara relaterat till lägre kostkvalitet. I detta avsnitt har några studier undersökt alla luncher under veckan i och utanför skolan och därför har resultaten uttryckligen angetts som "skolluncher" eller "vardagsluncher" om så är fallet. I en tvärsnittsstudie i Sverige hade barn som åt skollunch varje vardag signifikant högre närings- och energiintag än de som åt skollunch fyra eller färre gånger per vecka (Persson Osowski *et al.* 2017). I en studie från Iran fann man ett signifikant samband mellan att hoppa över lunch på vardagar och lägre dagligt intag av frukt och grönsaker (Pourrostami *et al.* 2020). Detta samband hittades också i USA där de såg att ett lägre dagligt intag av

mejeriprodukter och protein var relaterat till att hoppa över skollunchen samma dag (Spruance *et al.* 2021).

Andelen barn som hoppar över skollunch varierade mellan de identifierade studierna, från 5,9 procent i Iran (Azemati *et al.* 2020), till 11,4 procent i Storbritannien (Hayhoe *et al.* 2021), och upp till 15,3 procent i USA (Spruance *et al.* 2021). Flera tvärsnittsstudier har kopplat utebliven skollunch till olika aspekter av välbefinnande. Till exempel sågs att utebliven skollunch var förknippat med signifikant lägre självkänsla hos både pojkar och flickor i Kanada (Eckert *et al.* 2021), även efter att barn som rapporterade extremt högt eller lågt energiintag tagits bort (3 procent av barnen). En enkätstudie med barn i både grund- och gymnasieskolan i Storbritannien visade att barn som hade hoppat över skollunchen föregående skoldag hade lägre psykiskt välbefinnande (Hayhoe *et al.* 2021), denna typ av tvärsnittsstudie inte kan skilja mellan orsak och verkan. En tvärsnittsstudie med ett nationellt monitoreringsprogram i Iran fann att barn som åt lunch fyra eller färre gånger i veckan kände sig låga betydligt oftare än de som åt fem eller fler gånger i veckan (Azemati *et al.* 2020).

Känslan av sammanhang, en viktig bidragande faktor till mentalt välbefinnande och en hälsosam livsstil, visade sig också vara associerad med antalet skolmåltider som åts under veckan. En finsk studie visade att en starkare känsla av sammanhang var förknippad med mer regelbundet, näringsmässigt balanserat lunchintag (Tilles-Tirkkonen *et al.* 2015). Cheah *et al.* (2022) undersökte den övergripande livskvaliteten hos 408 barn i Malaysia, mätt med "Pediatric Quality of Life Inventory", och fann ett signifikant samband mellan högre livskvalitet och mer frekvent lunchintag (rapporterat under de senaste sju dagarna), men fann inte samma samband med frukost eller middag (Cheah *et al.* 2022). Livskvaliteten förbättras naturligtvis också genom att vara sjuk mer sällan, och den iranska studien fann att för de som åt lunch fyra eller färre gånger i veckan, snarare än fem eller fler gånger, ökade oddsen för att få huvudvärk med 27 procent, ryggvärk med 58 procent, ont i magen med 63 procent och svårigheter att somna med 107 procent (Azemati *et al.* 2020). På liknande sätt visades att barn i USA som åt skollunch oftare också oftare uppfyllde den rekommenderade mängden sömn (Stroebele *et al.* 2013), som är avgörande för god livskvalitet, välbefinnande och kognitiv funktion (Ramar *et al.* 2021). Studien från USA som visade att barn som åt skollunch oftare uppnådde den rekommenderade mängden sömn (Stroebele *et al.* 2013) undersökte också många andra utfall, men bedömdes som hög risk för bias eftersom den inte tog hänsyn till föräldrarnas utbildningsnivå såsom akademisk prestation, och använde grova mått för utfall såsom intag av frukt och grönsaker.

Kvalitet på inkluderade artiklar

Den övergripande riskbedömning för bias för varje artikel visas i Bilaga 2, och besluten som ledde till bedömningen ges i Bilaga 3. Av de inkluderade artiklar bedömdes 44 procent som låg risk för bias (14 av 32 uppsatser), 28 procent bedömdes ha "vissa bekymmer" (9 av 32 uppsatser), och 28 procent hade en hög risk för bias (9 av 32 uppsatser). Fyra av de nio artiklarna med "vissa bekymmer" fick denna bedömning för att de var tvärsnitts- eller longitudinella studier där exponeringen började före tidpunkten för den första mätningen (Persson Osowski *et al.* 2017, Azemati *et al.* 2020, Schwartz and Rothbart 2020, Hayhoe *et al.* 2021). Detta var inte fallet för alla tvärsnittsstudier, bara de som bedömde tidigare beteenden (till exempel rapporterade hur många gånger i veckan de brukar hoppa över måltider) eller tidigare matintag (till exempel rapporterade hur ofta de tenderar att konsumera vissa livsmedel) som utfall. Tvärsnittsstudier med användning av 24-timmars dietary recall, till exempel, hade inte detta problem.

Mätmetoderna

De inkluderade artiklarna varierade avsevärt i tillförlitlighet och relevans för sina utfallsmått:

- Mätning av kostintaget gjordes vanligtvis med hjälp av frågeformulär (Azemati *et al.* 2020), kostdagböcker (Andersen *et al.* 2014, Andersen, Biloft-Jensen, Andersen, *et al.* 2015) eller 24-timmars dietary recall (Gearan *et al.* 2020, 2021).
- Portionsstorleken uppskattades (av barnet eller observatören) i vissa studier (Persson Osowski *et al.* 2017) men beräknades i andra (Jansen *et al.* 2020, Drozdowska *et al.* 2022), medan vissa studier tog hänsyn till matsvinn och andra inte.

Majoriteten av artiklarna förlitade sig på elevernas självrapportering av om de hade hoppat över måltider, men en artikel, gällande en utvärdering av The National School Lunch Program (NSLP) (Schwartz och Rothbart 2020), använde ett elektroniskt system genom vilket de kunde veta vem som hade ätit lunch och inte. Detta garanterar fortfarande inte att barnen åt lunchen, men det eliminerar den sociala önskvärdhetsbias som ibland finns när man självrapporterar en "dålig vana".

Metoder för att mäta akademiska prestationer skiljde sig också åt. De flesta undersökningar använde provresultat och hade ofta separata poäng för matematik och för engelska/läsning. En artikel i den norska studien syftade dock till att dra slutsatser om kost och akademisk prestation genom att undersöka självrapporterade inlärningssvårigheter mätt enbart genom att ställa två frågor: "Tror du att du har läs- och skrivsvårigheter?" och "Tror du att du har svårigheter med matematik" (Øverby *et al.* 2013). Detta var mycket grova mått och anledning till rapporteringsbias och författarna kombinerade då (omotiverat) kategorierna "Vet ej" och "Nej" i sin analys. Giltiga slutsatser kan inte dras från denna metodik.

Datoriserade tester användes ofta för att bedöma kognitiv förmåga, mäta faktorer som arbetsminne och förmågan att byta uppgift genom till exempel Vienna Test System och Raven's Colored Progressive Matrices (RCPM) tester.

För att mäta uppmärksamhet använde vissa studier datoriserade tester, såsom d2-testet för uppmärksamhet (Sørensen, Damsgaard, *et al.* 2015, Sørensen, Dyssegaard, *et al.* 2015), eller testade vakenhet med Vienna Test System (Müller *et al.* 2013). Två artiklar från Storbritannien hade ett annat angreppssätt. De använde tid "på uppgiften" och "utanför uppgiften" som en bedömning av koncentration och mätte detta med hjälp av observationer av en forskare (Golley *et al.* 2010, Storey *et al.* 2011). Forskarna observerade varje barn i klassen i 10 minuter och var ovetande om barnet var en del av interventions- eller kontrollgruppen.

Livskvalitet, eller välbefinnande, mättes med självrapporterade frågeformulär i alla granskade artiklar, även om fokus skiljde sig mellan studierna. Vissa studier fokuserade mer på psykisk hälsa, andra på sociala faktorer, självkänsla, åkommor eller övergripande livskvalitet (till exempel genom Pediatric Quality of Life Inventory).

Studier som mäter koncentrationen av mikronäringsämnen använde liknade metoder. Mätning av näringsämnen gjordes genom att beräkna mikronäringsämneskoncentrationerna i den mat som konsumerades. Serumkoncentrationen av mikronäringsämnen mättes genom blodprover.

Diskussion

På grund av Sveriges ganska unika lag att tillhandahålla skollunchen kostnadsfritt för alla barn i grundskolan är många interventionsstudier från andra länder inte direkt relevanta för svenska förhållanden. Sådana resultat är svåra att översätta till den svenska kontexten eftersom deras interventioner ofta inkluderar att tillhandahålla skollunch och resultaten endast jämförs med den redan existerande situationen, där de inte tillhandahölls eller inte är gratis för eleven. Vissa allmänna slutsatser kan dock dras från denna litteratur.

Från tillgänglig litteratur var det inte möjligt att undersöka effekterna av högt kontra lågt näringsintag för alla avsedda utfall, men flera artiklar undersökte att hoppa över lunch (som vi klassade som lägre intag) kontra att äta lunch (högre intag), vilket därför gav resultat för alla utfall. Genom dessa artiklar har evidens hittats som relaterar till utfallen: i) akademisk prestation, ii) kognitiv funktion, iii) närvaro, iv) koncentration, v) klassrumsmiljö, vi) annan matkonsumtion, vii) livskvalitet. Det här avsnittet kommer att diskutera granskningens resultat angående näringsintag, inklusive att hoppa över måltider, i relation till utfallen. Eventuella orsaker till avsaknaden av vissa effekter och tillämpbarhet på den svenska skolkontexten och rekommendationer kommer att diskuteras i slutet.

Utfall

Akademisk prestation

Akademisk prestation mättes mest som engelska, läs- eller matematikprestationer på kort sikt snarare än till exempel slutgiltiga skolresultat. Att konsumera den mer näringsrika lunchen som en del av OPUS-studien ökade också aspekter av läsprestanda, särskilt snabbhet och noggrannhet, men påverkade inte matematikprestationen (Sørensen, Damsgaard, *et al.* 2015, Sørensen, Dyssegaard, *et al.* 2015). Barn som i högre grad deltog i det amerikanska lunchprogrammet (NSLP) ökade sina prestationer i både engelska och matematik jämfört med de som deltog mer sällan (Schwartz och Rothbart 2020). Detta gällde effekter på medellång sikt under en femårsperiod (Schwartz och Rothbart 2020).

Kognitiv funktion

CogniDo-studien fann att barn som åt lunch hade ökad kognitiv funktion under en kort period (vid 45 minuter men inte vid 90 minuter) efter lunch jämfört med de som inte åt lunch, även om denna studie hade en hög risk för bias (Schröder *et al.* 2015). Detta är dock i linje med de kvalitativa rapporterna från den norska studien där eleverna kände att de hade mer energi efter lunch och var mer vakna efter att ha serverats skolluncher (Illøkken *et al.* 2021). Berikningsstudien från Pakistan fann också att kognitiv funktion var bättre hos de två grupper av barn som fick skollunch jämfört med den som inte gjorde det (Lowe *et al.* 2023). De fann dock ingen skillnad i kognitiva tester mellan de barn som fick berikade och icke berikade luncher (Lowe *et al.* 2023). På liknande sätt påverkades inte den kognitiva funktionen genom berikning av ris med järn (von Grafenstein *et al.* 2023). Studierna i denna översikt indikerade därför att äta skollunch ökade den kognitiva funktionen signifikant, medan berikning av luncher med utvalda näringsämnen inte gjorde det.

Skolnärvaro

Av de studier som tittade på skolnärvaro fann både OPUS-studien och utvärderingen av NSLP att tillhandahållandet av hälsosamma skolmåltider inte påverkade skolnärvaron (Laursen *et al.* 2015, Schwartz och Rothbart 2020). Att öka närvaron vid lunchen kan dock minska sjukdagar orsakade av huvudvärk och andra åkommor (Azemati *et al.* 2020). På samma sätt är att hoppa över lunch relaterat till lägre psykiskt välbefinnande. Detta skulle kunna tolkas att en större närvaro vid skollunchen skulle minska frånvaron från skolan för psykiska problem. Dock var detta en tvärsnittsstudie, vilket starkt begränsar möjligheten att fastställa kausalitet.

Koncentration

Vissa aspekter av koncentration eller uppmärksamhet var bättre när barn hade ätit hälsosamma skolmåltider i alla studier som undersökte detta (Golley *et al.* 2010, Storey *et al.* 2011, Sørensen, Dyssegaard, *et al.* 2015). Den kvalitativa artikeln om norska kostnadsfria skolmåltider (Illøkken *et al.* 2021) gav värdefulla insikter om detta samband, där elever rapporterade att de kunde koncentrera sig bättre på uppgifter på grund av att de inte kände sig hungriga. Dessutom rapporterade lärare att eleverna tog en mer aktiv roll i klassen efter lunch, vilket innebar högre koncentration (Illøkken *et al.* 2021). Att jämföra med att äta lunchpaket och en mindre sällskaplig måltidsmiljön är inte riktigt relevant för den svenska kontexten, kan det ändå vara tillämpligt på barn som inte äter (eller inte äter mycket av) sin skollunch i Sverige.

Klassrumsmiljö

Den enda artikeln som specifikt nämnde effekten av klassrumsmiljön var den kvalitativa studien från Norge, där lärare rapporterade att det var en ”lugnare” miljö i klassen efter lunch (Illøkken *et al.* 2021). Andra artiklar tittade inte på miljön specifikt men resultaten om ökad koncentration (som nämnts i föregående avsnitt) kan vara relaterade till klassrumsmiljön, där lägre koncentration leder till en mer störande miljö, eller vice versa.

Matkonsumtion andra tider av dygnet

De flesta studier där hälsosamma skolmåltider introducerades fann positiva effekter på elevernas kost (Andersen *et al.* 2014, Andersen, Biloft-Jensen, Andersen, *et al.* 2015, Gearan *et al.* 2020, 2021). Studier som undersökte effekten av att hoppa över lunch fann att barn hade en hälsosammare kost när de inte hoppade över lunch (Pourrostami *et al.* 2020, Spruance *et al.* 2021). Ett märkbart undantag från detta var fynden att amerikanska barn från låginkomstfamiljer inte hade en hälsosammare kost över hela dagen när de åt lunch via NSLP, trots att de åt en betydligt hälsosammare lunch (Gearan *et al.* 2020). Författarna spekulerade i att barnen konsumerade mindre hälsosam mat utanför skolan såväl som i större mängder, så att förändringar i lunchintaget hade mindre effekt på den totala kosten (Gearan *et al.* 2020). Dessa fynd ska inte tolkas som bristande effekt av skollunchinsatserna, särskilt som de hade en signifikant positiv effekt på barn i höginkomstfamiljer, men belyser vikten av att titta på hela matintaget under dagen.

Inga uppföljningsstudier bedömde om förbättringen av den totala kostkvaliteten kvarstod efter interventionsperioden. Den kvalitativa studien av den ettåriga norska skolmåltidsinterventionen var den enda studien som rapporterade om långvariga effekter. Eleverna rapporterade att de provade nya

livsmedel, särskilt vissa typer av grönsaker, eller bytte till hälsosammare val på grund av interventionen och att de fortfarande åt dessa livsmedel fem år senare (Illøkken *et al.* 2021).

Livskvalitet

De flesta studier tittade separat på de fysiska och psykiska komponenterna i livskvalitet. Endast två studier tittade på övergripande livskvalitet. En använde ett övergripande livskvalitetsmått och fann att de som åt lunch oftare rapporterade högre livskvalitet (Cheah *et al.* 2022). OPUS-studien använde ett övergripande välbefinnandeformulär och fann dock ingen effekt av de nya luncherna (Laursen *et al.* 2015).

Psykiskt välbefinnande var högre hos barn som konsumerade hälsosamma luncher, eller som inte hoppade över luncher i alla studier som undersökte detta. Skolmåltidsinterventionen i Norge ökade det sociala samspelet men som tidigare nämnts, kunde detta inte med säkerhet tillskrivas skolmaten i sig på grund av studiedesignen som även inkluderade förändringar i måltidsmiljön (Illøkken *et al.* 2021). Andra studier som tittade på aspekter av välbefinnande jämförde barn som åt lunch med barn som hoppade över lunchen fann att konsumtion av lunch var förknippat med högre välbefinnande (Azemati *et al.* 2020, Eckert *et al.* 2021, Hayhoe *et al.* 2021). Eftersom flera av dessa är tvärsnittsstudier går det inte att fastställa orsak och verkan, även om ett dubbelriktat samband skulle kunna finnas. Psykiska störningar och ökad stress i kombination med minskat matintag, bidrar till att människor känner sig mindre energiska och mer slöa, vilket bidrar till minskad psykisk hälsa. Detta understryker slutsatsen att barn bör uppmuntras att äta lunch för att minska åtminstone en del av cykeln med stress, depression och andra psykiska problem.

Fysiskt välbefinnande var bättre i alla studier som undersökte detta. Fysiska åkommor som huvudvärk och ryggvärk var mindre vanliga hos barn som åt skollunch än de som hoppade över den, även om orsak och verkan inte kan fastställas (Azemati *et al.* 2020). Två tvärsnittsstudier fann att intag av lunch var förknippat med bättre sömn (Stroebele *et al.* 2013, Azemati *et al.* 2020) vilket är oerhört viktigt i barns liv och i sin tur relaterat till många andra faktorer som akademisk prestation, mental hälsa och beroendeframkallande beteenden (Garmy *et al.* 2012). En studie från 2022 fann att svenska ungdomar inte sover tillräckligt (Garmy *et al.* 2012), och därför kan uppmuntran till att äta lunch bidra till att förbättra detta och många andra faktorer i förlängningen. Men återigen, dessa är tvärsnittsstudier så kausalitet kan inte fastställas. Högre kvalitet av sömnen och längre sömn har förknippats med bättre akademisk prestation (Okano *et al.* 2019). Det är därför möjligt att ökad sömn kan vara en mekanism genom vilken skolluncher leder till förbättrade akademiska prestationer, men som med fynden om mental och fysisk hälsa, kan orsakssamband inte fastställas från de inkluderade studierna.

Relevans för den svenska kontexten

Livsmedelsverkets Nationella riktlinjer för måltider i skolan lyfter fram näringsämnen som vanligtvis konsumeras otillräckligt, särskilt vitamin D, järn och folat (Livsmedelsverket 2023). Svenska elever har visat sig konsumera mindre än den rekommenderade mängden av alla dessa näringsämnen (Eustachio Colombo, Patterson, Elinder, *et al.* 2020). Några av studierna i denna översikt utvärderade specifikt dessa tre näringsämnen:

D-vitamin: Studier som tittade på D-vitamin fann att intag av skollunch avsevärt ökade det dagliga intaget av D-vitamin (Andersen *et al.* 2014, Persson Osowski *et al.* 2017). Livsmedelsverkets riktlinjer

från 2023 rekommenderar att barn ska äta mat rik på D-vitamin, särskilt fisk och berikade livsmedel som mjölk (Livsmedelsverket 2023). Fisk är vanligt i svenska skolluncher och Livsmedelsverket rekommenderar att skolor serverar fisk minst en gång i veckan. OPUS-studien tillskrev barns ökade D-vitaminintag till fiskkonsumtionen i skolmaten (1–2 dagar i veckan där fisk var tillgänglig).

Järn: Resultaten från järnberikningsstudierna, även om de inte är entydiga när det gäller att förbättra kognitiva funktioner, leder till ett ökat intag av järn (Thankachan *et al.* 2012, Lowe *et al.* 2023, von Grafenstein *et al.* 2023), även om detta inte ökade hemoglobinnivåerna konsekvent (von Grafenstein *et al.* 2023). Även om järnbristanemi inte är vanligt i Sverige är låga järnlager ett problem, särskilt bland tonårsflickor (Warensjö Lemming *et al.* 2018). Det kan vara intressant att undersöka de NND-baserade luncherna i OPUS-studien eftersom de signifikant ökade barns järnintag. Även om detta jämfördes med lunchpaket från hemmet (som inte finns i Sverige) kan resultaten vara relevanta för den svenska kontexten (Andersen *et al.* 2014, Sørensen, Damsgaard, *et al.* 2015).

Folat: Vikten av skolmåltider för att få i sig folat visade sig genom att barn hade högre intag endast de dagar då de åt skollunch jämfört med när de hoppade över lunchen (Persson Osowski *et al.* 2017). OPUS-studien fann att intag av NND-baserade luncher signifikant ökade barns folatintag jämfört med deras vanliga lunchpaket (Andersen *et al.* 2014).

Öka konsumtionen av skollunch

Den senaste nationellt representativa studien har rapporterat att 20–36 procent av barnen i Sverige inte äter skollunch varje dag, men andelen varierar beroende på barnens ålder (Eustachio Colombo, Patterson, Elinder, *et al.* 2020). Vissa barn köper annan mat utanför skolan, men andra barn hoppar över lunchen helt och hållet. Mat som konsumeras utanför skolan är sannolikt mindre hälsosam än skolluncherna, och att hoppa över lunch är förknippat med sämre kognitiv funktion, sämre mentalt och fysiskt välbefinnande, sämre beteende och sämre övergripande kost, som nämnts tidigare i denna översikt. Fler ansträngningar bör därför göras för att öka konsumtionen av skollunch. Detta är särskilt viktigt eftersom alla förändringar av skolluncher, som att öka antalet dagar där det serveras fisk för att öka D-vitaminintaget eller införsel av berikade livsmedel, bara kommer göra nytta om barn äter skolluncherna.

Många tillvägagångssätt skulle kunna användas för att öka konsumtionen av skollunch. Att låta barn smaka på och ge inspel till menyplaneringen (Golley *et al.* 2010, Storey *et al.* 2011) skulle kunna öka konsumtionen, särskilt som en svensk rapport visade att om barnen gillar skolluncherna var det den starkaste prediktorn för lunchkonsumtion (Persson Osowski *et al.* 2017). Att involvera eleverna aktivt i måltidsplaneringsprocessen ger också ett utmärkt tillfälle att lära dem om hälsosamma och hållbara måltider (School Nutrition Association 2024). Att konsultera barn om andra aspekter av lunch- och matsalsmiljön kan också leda till positiva förändringar. Till exempel fann en svensk rapport att den vanligaste önskan bland barn var att grönsaker skulle serveras separat i salladsbaren, snarare än att blandas ihop i sallader (Prim och Broberg 2013). Sådan feedback kan hjälpa till att identifiera små förändringar som kan ha stora effekter på konsumtionen av olika typer av mat eller luncher totalt.

Begränsningar

Översikten har vissa begränsningar. För många av artiklarna var det inte möjligt att separera effekterna av maten från effekten av åtgärder i miljön. Detta begränsar de slutsatser som kan dras från resultaten

eftersom matens bidrag i sig är okänt. En annan nackdel var att jämförelsegrupperna i studierna ofta inte var väldefinierade. När man undersökte elever som åt skollunch kontra de som inte gjorde det, specificerades det oftast inte om jämförelsegruppen tog med luncher hemifrån, köpte sina luncher utanför skolan eller hoppade över lunchen. Slutligen utvärderade alla forskare sina egna insatser, vilket innebär att inga oberoende utvärderingar gjordes av de olika projekten.

Slutsats

Denna översikt fann att intag av näringsriktig skollunch var associerat med förbättrad akademisk prestation, kognitiv funktion och koncentration i majoriteten av, men inte alla, studierna. Skolnärvaro visade sig inte ha samband med intag av skollunch. Resultaten tydde också på att om barnen åt lunch, och särskilt en mer näringsriktig lunch, var förknippat med en lugnare klassrumsmiljö och mer engagerade elever.

I allmänhet hade elever som åt skollunch ett hälsosammare dagligt matintag än de som inte gjorde det. Studierna från USA fann att deltagande i skollunch påverkade barn från hög- och låginkomstfamiljer på olika sätt, genom att förbättra den övergripande dagliga kostkvaliteten för barn från höginkomstfamiljer men inte från låginkomstfamiljer. Livskvalitet mätt genom fysiskt och psykiskt välbefinnande, var associerad med intag av skollunch. Även om orsak och verkan inte kunde fastställas från de identifierade studierna, är det troligt att sambandet är dubbelriktat.

Denna översikt har identifierat möjligheter för att förbättra näringsinnehållet i skolluncher och öka intaget bland annat genom större elevengagemang och förändringar i matsalsmiljön. Dessa eller liknande förslag skulle kunna implementeras i svenska skolor för att försöka öka konsumtionen av skollunchen och förbättra elevernas hälsa, beteende och akademiska prestationer.

Referenser

- Andersen, R., Biloft-Jensen, A., Andersen, E.W., Ege, M., Christensen, T., Ygil, K.H., Thorsen, A. V., Damsgaard, C.T., Astrup, A., Michaelsen, K.F., and Tetens, I., 2015. Effects of school meals based on the New Nordic Diet on intake of signature foods: A randomised controlled trial. the OPUS School Meal Study. *British Journal of Nutrition*, 114 (5), 772–779.
- Andersen, R., Biloft-Jensen, A., Christensen, T., Andersen, E.W., Ege, M., Thorsen, A. V., Dalskov, S.M., Damsgaard, C.T., Astrup, A., Michaelsen, K.F., and Tetens, I., 2014. Dietary effects of introducing school meals based on the New Nordic Diet - A randomised controlled trial in Danish children. The OPUS School Meal Study. *British Journal of Nutrition*, 111 (11), 1967–1976.
- Andersen, R., Biloft-Jensen, A., Christensen, T., Andersen, E.W., Ege, M., Thorsen, A. V., Knudsen, V.K., Damsgaard, C.T., Sørensen, L.B., Petersen, R.A., Michaelsen, K.F., and Tetens, I., 2015. What do Danish children eat, and does the diet meet the recommendations? Baseline data from the OPUS School Meal Study. *Journal of Nutritional Science*, 4.
- Azemati, B., Heshmat, R., Qorbani, M., Ahadi, Z., Azemati, A., Shafiee, G., Ziaodini, H., Motlagh, M.E., and Kelishadi, R., 2020. Association of meal skipping with subjective health complaints in children and adolescents: the CASPIAN-V study. *Eating and Weight Disorders*, 25 (1), 241–246.
- Berggren, L., Olsson, C., Rönnlund, M., and Waling, M., 2021. Between good intentions and practical constraints: Swedish teachers' perceptions of school lunch. *Cambridge Journal of Education*, 51 (2), 247–261.
- Berggren, L., Olsson, C., Talvia, S., Hörnell, A., Rönnlund, M., and Waling, M., 2020. The lived experiences of school lunch: an empathy-based study with children in Sweden. *Children's Geographies*, 18 (3), 339–350.
- Cheah, M.H.J., Chin, Y.S., Saad, H.A., Lim, P.Y., Chan, Y.M., and Shariff, Z.M., 2022. Factors predicting health-related quality of life of the Malaysian B40 school-aged children living in urbanpoor flats in the central region of Malaysia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 31 (4), 740–747.
- Cohen, J.F.W., Hecht, A.A., McLoughlin, G.M., Turner, L., and Schwartz, M.B., 2021. Universal school meals and associations with student participation, attendance, academic performance, diet quality, food security, and body mass index: A systematic review. *Nutrients*, 13 (3), 1–41.
- Damsgaard, C.T., Dalskov, S.M., Laursen, R.P., Ritz, C., Hjorth, M.F., Lauritzen, L., Sørensen, L.B., Petersen, R.A., Andersen, M.R., Stender, S., Andersen, R., Tetens, I., Mølgaard, C., Astrup, A., and Michaelsen, K.F., 2014. Provision of healthy school meals does not affect the metabolic syndrome score in 8-11-year-old children, but reduces cardiometabolic risk markers despite increasing waist circumference. *British Journal of Nutrition*, 112 (11), 1826–1836.
- Damsgaard, C.T., Dalskov, S.M., Petersen, R.A., Sørensen, L.B., Mølgaard, C., Sjödin, A., Hjorth, M.F., Astrup, A., Michaelsen, K.F., Biloft Jensen, A., Andersen, R., Thorsen, A. V., Tetens, I., Vassard, D., Jensen, J.D., Egelund, N., Dyssegaard, C.B., and Skovgaard, I., 2012. Design of the

- OPUS School Meal Study: A randomised controlled trial assessing the impact of serving school meals based on the New Nordic Diet. *Scandinavian Journal of Public Health*, 40 (8), 693–703.
- Drozdowska, A., Sinnigen, K., Falkenstein, M., Rudolf, H., Libuda, L., Buyken, A.E., Lücke, T., and Kersting, M., 2022. Impact of lunch with carbohydrates differing in glycemic index on children's cognitive functioning in the late postprandial phase: a randomized crossover study. *European Journal of Nutrition*, 61 (3), 1637–1647.
- Eckert, K.F., Asbridge, M., Campbell, L.A., Stewart, S., Bennett, M., Loewen, O.K., Veugelers, P.J., and Cahill, L.E., 2021. Meal regularity is associated with self-esteem among grade 5 children. *American Journal of Clinical Nutrition*, 113 (2), 467–475.
- Eustachio Colombo, P., Patterson, E., Elinder, L.S., and Lindroos, A.K., 2020. The importance of school lunches to the overall dietary intake of children in Sweden: A nationally representative study. *Public Health Nutrition*, 23 (10), 1705–1715.
- Eustachio Colombo, P., Patterson, E., Lindroos, A.K., Parlesak, A., and Elinder, L.S., 2020. Sustainable and acceptable school meals through optimization analysis: An intervention study. *Nutrition Journal*, 19 (1).
- Garmy, P., Nyberg, P., and Jakobsson, U., 2012. Sleep and Television and Computer Habits of Swedish School-Age Children. *The Journal of School Nursing*, 28 (6), 469–476.
- Gearan, E.C., Monzella, K., Gola, A.A., and Figueroa, H., 2021. Adolescent Participants in the School Lunch Program Consume More Nutritious Lunches but Their 24-hour Diets Are Similar to Nonparticipants. *Journal of Adolescent Health*, 69 (2), 308–314.
- Gearan, E.C., Monzella, K., Jennings, L., and Fox, M.K., 2020. Differences in diet quality between school lunch participants and nonparticipants in the United States by income and race. *Nutrients*, 12 (12), 1–17.
- Golley, R., Baines, E., Bassett, P., Wood, L., Pearce, J., and Nelson, M., 2010. School lunch and learning behaviour in primary schools: An intervention study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64 (11), 1280–1288.
- von Grafenstein, L., Kumar, A., Kumar, S., and Vollmer, S., 2023. Medium-Run Impacts of Iron-Fortified School Lunch on Anaemia, Cognition, and Learning Outcomes in India*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 85 (6), 1262–1294.
- Hayhoe, R., Rechel, B., Clark, A.B., Gummerson, C., Smith, S.J.L., and Welch, A.A., 2021. Cross-sectional associations of schoolchildren's fruit and vegetable consumption, and meal choices, with their mental well-being: a cross-sectional study. *BMJ Nutrition, Prevention and Health*, 4 (2), 447–462.
- Horikawa, C., Murayama, N., Ishida, H., Yamamoto, T., Hazano, S., Nakanishi, A., Arai, Y., Nozue, M., Yoshioka, Y., Saito, S., and Abe, A., 2020. Nutrient adequacy of Japanese schoolchildren on days with and without a school lunch by household income. *Food and Nutrition Research*, 64.
- Illøkken, K.E., Johannessen, B., Barker, M.E., Hardy-Johnson, P., Øverby, N.C., and Vik, F.N., 2021. Free school meals as an opportunity to target social equality, healthy eating, and school

- functioning: Experiences from students and teachers in Norway. *Food and Nutrition Research*, 65.
- Jansen, K., Tempes, J., Drozdowska, A., Gutmann, M., Falkenstein, M., Buyken, A.E., Libuda, L., Rudolf, H., Lücke, T., and Kersting, M., 2020. Short-term effects of carbohydrates differing in glycemic index (GI) consumed at lunch on children's cognitive function in a randomized crossover study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 74 (5), 757–764.
- Lassi, Z., Moin, A., and Bhutta, Z., 2017. Nutrition in Middle Childhood and Adolescence. In: *Disease Control Priorities, Third Edition (Volume 8): Child and Adolescent Health and Development*. The World Bank, 133–146.
- Laursen, R.P., Lauritzen, L., Ritz, C., Dyssegaard, C.B., Astrup, A., Michaelsen, K.F., and Damsgaard, C.T., 2015. Do healthy school meals affect illness, allergies and school attendance in 8-to 11-year-old children? A cluster-randomised controlled study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 69 (5), 626–631.
- Lennernäs, M., 2011. *Lunch och lärande - skollunchens betydelse för elevernas prestation och situation i klassrummet*.
- Livsmedelsverket, 2022. Ett nytt recept för skolmåltider – hur blir hela matsystemet hållbart? [online]. Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/om-oss/samarbeten-och-projekt/projekt2/ett-nytt-recept-for-skolmaltider> [Accessed 3 Apr 2024].
- Livsmedelsverket, 2023. *Nationella riktlinjer för måltider i skolan*.
- Lowe, N.M., Qualter, P., Sinclair, J.K., Gupta, S., and Zaman, M., 2023. School Feeding to Improve Cognitive Performance in Disadvantaged Children: A 3-Arm Parallel Controlled Trial in Northwest Pakistan. *Nutrients*, 15 (7).
- Lundborg, P., Rooth, D.O., and Alex-Petersen, J., 2022. Long-Term Effects of Childhood Nutrition: Evidence from a School Lunch Reform. *Review of Economic Studies*, 89 (2), 876–908.
- Müller, K., Libuda, L., Gawehn, N., Drossard, C., Bolzenius, K., Kunz, C., and Kersting, M., 2013. Effects of lunch on children's short-term cognitive functioning: A randomized crossover study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67 (2), 185–189.
- Okano, K., Kaczmarzyk, J.R., Dave, N., Gabrieli, J.D.E., and Grossman, J.C., 2019. Sleep quality, duration, and consistency are associated with better academic performance in college students. *npj Science of Learning*, 4 (1), 16.
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., and Elmagarmid, A., 2016. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5 (1), 210.
- Øverby, N.C., Lüdemann, E., and Høigaard, R., 2013. Self-reported learning difficulties and dietary intake in Norwegian adolescents. *Scandinavian Journal of Public Health*, 41 (7), 754–760.
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A.,

- Stewart, L.A., Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P., and Moher, D., 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71.
- Patterson, E., Andersson, F., and Elinder, L.S., 2022. What works to improve school lunch nutritional quality - legislation or self-audit? *Public Health Nutrition*, 25 (7), 1735–1744.
- Persson Osowski, C., Becker, W., Enghardt Barbieri, H., and Lindroos, A.K., 2017. Energy and nutrient intakes of Swedish children in relation to consumption of and habits associated with school lunch. *Scandinavian Journal of Public Health*, 45 (1), 3–9.
- Persson Osowski, C., Göransson, H., and Fjellström, C., 2013. Teachers' interaction with children in the school meal situation: The example of pedagogic meals in Sweden. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 45 (5), 420–427.
- Persson Osowski, C., Lindroos, A.K., Barbieri, H.E., and Becker, W., 2015. The contribution of school meals to energy and nutrient intake of Swedish children in relation to dietary guidelines. *Food and Nutrition Research*, 59.
- Petersen, R.A., Damsgaard, C.T., Dalskov, S.M., Sørensen, L.B., Hjorth, M.F., Andersen, R., Tetens, I., Krarup, H., Ritz, C., Astrup, A., Michaelsen, K.F., and Mølgaard, C., 2015. Effects of school meals with weekly fish servings on Vitamin D status in Danish children: Secondary outcomes from the OPUS (Optimal well-being, development and health for Danish children through a healthy New Nordic Diet) School Meal Study. *Journal of Nutritional Science*.
- Pourrostami, K., Heshmat, R., Hemati, Z., Heidari-Beni, M., Qorbani, M., Motlagh, M.E., Raeisi, A., Shafiee, G., Ziaodini, H., Beshtar, S., Taheri, M., Mahdavi-Gorabi, A., Aminaei, T., and Kelishadi, R., 2020. Association of fruit and vegetable intake with meal skipping in children and adolescents: the CASPIAN-V study. *Eating and Weight Disorders*, 25 (4), 903–910.
- Prim, M. and Broberg, A., 2013. *Den svenska skolmaten-en gastronomisk måltidsupplevelse Delrapport 3: Måltidsupplevelser i svenska skolrestauranger*.
- Ramar, K., Malhotra, R.K., Carden, K.A., Martin, J.L., Abbasi-Feinberg, F., Aurora, R.N., Kapur, V.K., Olson, E.J., Rosen, C.L., Rowley, J.A., Shelgikar, A. V., and Trotti, L.M., 2021. Sleep is essential to health: an American Academy of Sleep Medicine position statement. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 17 (10), 2115–2119.
- ROBINS-E Development Group, Higgins, J., Morgan, R., Rooney, A., Taylor, K., Thayer, K., Silva, R., Lemeris, C., Akl, A., Arroyave, W., and Bateson, T., 2023. *Risk Of Bias In Non-randomized Studies - of Exposure (ROBINS-E). Launch version, 20 June 2023*.
- School Nutrition Association, 2024. Top 10 Ways to Involve Students in Your School Nutrition Program [online]. Available from: <https://schoolnutrition.org/resource/top-10-ways-to-involve-students-in-your-school-nutrition-program/> [Accessed 3 Apr 2024].
- Schröder, M., Müller, K., Falkenstein, M., Stehle, P., Kersting, M., and Libuda, L., 2015. Short-term effects of lunch on children's executive cognitive functioning: The randomized crossover Cognition Intervention Study Dortmund PLUS (CogniDo PLUS). *Physiology and Behavior*, 152, 307–314.

- Schröder, M., Müller, K., Falkenstein, M., Stehle, P., Kersting, M., and Libuda, L., 2016. Lunch at school and children's cognitive functioning in the early afternoon: Results from the Cognition Intervention Study Dortmund Continued (CoCo). *British Journal of Nutrition*, 116 (7), 1298–1305.
- Schwartz, A.E. and Rothbart, M.W., 2020. Let Them Eat Lunch: The Impact of Universal Free Meals on Student Performance. *Journal of Policy Analysis and Management*, 39 (2), 376–410.
- Sørensen, L.B., Damsgaard, C.T., Dalskov, S.M., Petersen, R.A., Egelund, N., Dyssegaard, C.B., Stark, K.D., Andersen, R., Tetens, I., Astrup, A., Michaelsen, K.F., and Lauritzen, L., 2015. Diet-induced changes in iron and n-3 fatty acid status and associations with cognitive performance in 8-11-year-old Danish children: Secondary analyses of the Optimal Well-Being, Development and Health for Danish Children through a Healthy New Nordic Diet School Meal Study. *British Journal of Nutrition*, 114 (10), 1623–1637.
- Sørensen, L.B., Damsgaard, C.T., Petersen, R.A., Dalskov, S.M., Hjorth, M.F., Dyssegaard, C.B., Egelund, N., Tetens, I., Astrup, A., Lauritzen, L., and Michaelsen, K.F., 2016. Differences in the effects of school meals on children's cognitive performance according to gender, household education and baseline reading skills. *European Journal of Clinical Nutrition*, 70 (10), 1155–1161.
- Sørensen, L.B., Dyssegaard, C.B., Damsgaard, C.T., Petersen, R.A., Dalskov, S.M., Hjorth, M.F., Andersen, R., Tetens, I., Ritz, C., Astrup, A., Lauritzen, L., Michaelsen, K.F., and Egelund, N., 2015. The effects of Nordic school meals on concentration and school performance in 8- to 11-year-old children in the OPUS School Meal Study: A cluster-randomised, controlled, cross-over trial. *British Journal of Nutrition*, 113 (8), 1280–1291.
- Spencer, L., Ritchie, J., Lewis, J., and Dillon, L., 2003. *Quality in Qualitative Evaluation: A framework for assessing research evidence*. London, United Kingdom.
- Spruance, L.A., Clason, S., Burton, J.H., Myers, L., O'Malley, K., and Johnson, C.C., 2021. Diet Quality Is Lower for Those Who Skip Lunch Among a Sample of Predominantly Black Adolescents. *American Journal of Health Promotion*, 35 (5), 694–697.
- Sterne, J.A., Hernán, M.A., Reeves, B.C., Savović, J., Berkman, N.D., Viswanathan, M., Henry, D., Altman, D.G., Ansari, M.T., Boutron, I., Carpenter, J.R., Chan, A.-W., Churchill, R., Deeks, J.J., Hróbjartsson, A., Kirkham, J., Jüni, P., Loke, Y.K., Pigott, T.D., Ramsay, C.R., Regidor, D., Rothstein, H.R., Sandhu, L., Santaguida, P.L., Schünemann, H.J., Shea, B., Shrier, I., Tugwell, P., Turner, L., Valentine, J.C., Waddington, H., Waters, E., Wells, G.A., Whiting, P.F., and Higgins, J.P., 2016. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*, i4919.
- Sterne, J.A.C., Savović, J., Page, M.J., Elbers, R.G., Blencowe, N.S., Boutron, I., Cates, C.J., Cheng, H.-Y., Corbett, M.S., Eldridge, S.M., Emberson, J.R., Hernán, M.A., Hopewell, S., Hróbjartsson, A., Junqueira, D.R., Jüni, P., Kirkham, J.J., Lasserson, T., Li, T., McAleenan, A., Reeves, B.C., Shepperd, S., Shrier, I., Stewart, L.A., Tilling, K., White, I.R., Whiting, P.F., and Higgins, J.P.T., 2019. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, i4898.

- Storey, H.C., Pearce, J., Ashfield-Watt, P.A.L., Wood, L., Baines, E., and Nelson, M., 2011. A randomized controlled trial of the effect of school food and dining room modifications on classroom behaviour in secondary school children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65 (1), 32–38.
- Stroebele, N., McNally, J., Plog, A., Siegfried, S., and Hill, J.O., 2013. The Association of Self-Reported Sleep, Weight Status, and Academic Performance in Fifth-Grade Students. *Journal of School Health*, 83 (2), 77–84.
- Thankachan, P., Rah, J.H., Thomas, T., Selvam, S., Amalrajan, V., Srinivasan, K., Steiger, G., and Kurpad, A. V., 2012. Multiple micronutrient-fortified rice affects physical performance and plasma vitamin B-12 and homocysteine concentrations of Indian school children. *Journal of Nutrition*, 142 (5), 846–852.
- Tilles-Tirkkonen, T., Suominen, S., Liukkonen, J., Poutanen, K., and Karhunen, L., 2015. Determinants of a regular intake of a nutritionally balanced school lunch among 10-17-year-old schoolchildren with special reference to sense of coherence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 28 (1), 56–63.
- Vik, F.N., Næss, I.K., Heslien, K.E.P., and Øverby, N.C., 2019. Possible effects of a free, healthy school meal on overall meal frequency among 10-12-year-olds in Norway: The School Meal Project. *BMC Research Notes*, 12 (1).
- Warensjö Lemming, E., Moraesus, L., Petrelius Sipinen, J., and Lindroos, A.K., 2018. *Riksmaten ungdom 2016–17 Del 2 Näringsintag och näringsstatus bland ungdomar i Sverige*.

Bilagor

Bilaga 1

PubMed search string:

(lunch*[Title/Abstract]) AND (school*[Title/Abstract]) AND ((student*[Title/Abstract]) OR (pupil*[Title/Abstract]) OR (child*[Title/Abstract])) AND ((consumption[Title/Abstract]) OR ("food intake"[Title/Abstract]) OR (attendance[Title/Abstract]) OR (performance[Title/Abstract]) OR (achievement*[Title/Abstract]) OR (grade*[Title/Abstract]) OR (score*[Title/Abstract]) OR (concentration[Title/Abstract]) OR (attention[Title/Abstract]) OR (tired*[Title/Abstract]) OR (classroom*[Title/Abstract]) OR (cogniti*[Title/Abstract]) OR (intelligen*[Title/Abstract]) OR (intellect*[Title/Abstract]) OR (academic*[Title/Abstract]) OR (skill*[Title/Abstract]) OR (memory*[Title/Abstract]) OR ("quality of life"[Title/Abstract]))

Web of Science search string:

((TI=(lunch*) OR AB=(lunch*)) AND (TI=(school*) OR AB=(school*)) AND (TI=(student*) OR AB=(student*) OR TI=(pupil*) OR AB=(pupil*) OR TI=(child*) OR AB=(child*)) AND (TI=(consumption) OR AB=(consumption) OR TI=("food intake") OR AB=("food intake") OR TI=(attendance) OR AB=(attendance) OR TI=(performance) OR AB=(performance) OR TI=(achievement*) OR AB=(achievement*) OR TI=(grade*) OR AB=(grade*) OR TI=(score*) OR AB=(score*) OR TI=(concentration) OR AB=(concentration) OR TI=(attention) OR AB=(attention) OR TI=(tired*) OR AB=(tired*) OR TI=(classroom*) OR AB=(classroom*) OR TI=(cogniti*) OR AB=(cogniti*) OR TI=(intelligen*) OR AB=(intelligen*) OR TI=(intellect*) OR AB=(intellect*) OR TI=(academic*) OR AB=(academic*) OR TI=(skill*) OR AB=(skill*) OR TI=(memory*) OR AB=(memory*) OR TI=("quality of life") OR AB=("quality of life"))))

Results were limited to those published after 01/01/2009.

Bilaga 2.

Papers included in the literature review.

Lead author and date of publication	Country Study years Sample size Age of participants	Study design	Intervention	Outcome	Results	Risk of bias
Andersen <i>et al.</i> 2014	Denmark 2011– 2012 n=834 8–11 years	RCT (cluster randomised parallel group trial)	Given free school meals based on New Nordic Diet (NND) for three months including mid-morning snack, a hot lunch and an afternoon snack. Control: Usual packed lunch.	1) Dietary intake for seven consecutive days	1) NND resulted in higher daily intake of potatoes, fish, cheese, vegetables, eggs and drinks, and lower intake of bread and fats 2) No difference in mean energy intake, but more energy intake from protein and less from fat during the NND period 3) Largest difference in vitamin D and iodine intake, due to the higher fish intake 4) Increase in Vitamin E, B6, C, niacin, folate, phosphorus, magnesium, iron, selenium and potassium intake 5) No difference in A, B1, B2, B12, Ca and Na intake	Low
Andersen, Biloft-Jensen, Andersen, <i>et al.</i> 2015	Denmark 2011– 2012 n=834 8–11 years	RCT (cluster randomised parallel group trial)	Given free school meals based on NND for three months including mid-morning snack, a hot lunch and an afternoon snack. Control: Usual packed lunch.	1) Dietary intake for seven consecutive days	1) NND resulted in higher intake of root vegetables, cabbage, legumes, herbs, fresh berries, nuts, seeds, potatoes, fish and fish products 2) Fewer children reported having no lunch intake during the NND period	Low
Azemati <i>et al.</i> 2020	Iran 2014–2015 n=14,400 7–18 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Health status 2) Health behaviours 3) Health complaints 4) Lifestyle 5) Meal skipping - defined as having lunch 0-4 times a week	1) 27, 63, 58 and 107% increase in odds of headache, stomachache, backache and difficulty in getting to sleep by lunch skipping, respectively 2) Increased odds of feeling low when skipped lunch	Some concerns
Cheah <i>et al.</i> 2022	Malaysia 2019– 2020 n=408 7–12 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Health-related quality of life (HRQoL) 2) Dietary intake	1) Significant relationship between higher HRQoL and more frequent lunch intake (not skipping lunch)	Some concerns

Lead author and date of publication	Country Study years Sample size Age of participants	Study design	Intervention	Outcome	Results	Risk of bias
Damsgaard <i>et al.</i> 2014	Denmark 2011–2012 n=834 8–11 years	RCT (cluster randomised parallel group trial)	Given free school meals based on NND for three months including mid-morning snack, a hot lunch and an afternoon snack. Control: Usual packed lunch.	1) Metabolic syndrome (MetS) score 2) Cardiometabolic markers 3) Body composition.	1) No change in MetS score with NND 2) Mean arterial pressure, fasting cholesterol, HDL cholesterol decreased in NND group compared to control 3) Waist circumference increased with NND but BMI score did not change	Low
Drozdowska <i>et al.</i> 2022	Germany 2017–2018 n=212 10–12 years	Randomised crossover trial	Group 1: Received high GI rice for one lunch and then one week later received medium GI rice. Group 2: Received medium GI rice first and then high GI rice one week later.	Cognitive factors were tested 90 minutes after consuming the rice, including: 1) Alertness 2) Memory 3) Concentration	1) No difference in any outcomes when consuming rice with different GI	Low
Eckert <i>et al.</i> 2021	Canada 2011 n=4009 mean age = 11.0 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Meal skipping 2) Self-esteem	1) Skipping lunch was significantly associated with lower self-esteem 2) The association was present in both boys and girls but stronger in girls	High
Gearan <i>et al.</i> 2021	USA 2015 n=1311 10–19 years	Cross-sectional	National School Lunch Program (NSLP) (designed to give children access to healthy food). Comparison group had lunch from home or ate elsewhere.	1) Healthy Eating Index (HEI-2010) scores taken from 24-hour dietary recall	1) Children who participated in NSLP had significantly higher HEI at lunch compared to those who didn't participate 2) No significant difference in 24-hour intake for most foods - only in whole grains and dairy (higher intake in children who had NSLP) 3) No difference for 24-hour fruit, vegetables, protein, sodium, empty calories or fatty acid intake	Low
Gearan <i>et al.</i> 2020	USA 2015 n=1311 6–19 years	Cross-sectional	National School Lunch Program (NSLP) (designed to give children access to healthy food). Comparison group had lunch from home or ate elsewhere.	1) Healthy Eating Index (HEI-2010) scores taken from 24-hour dietary recall 2) Family income level	1) Same findings as above (Gearan 2021), but divided into income groups 2) The significant increase in 24-hour whole grains and dairy intake was present in both income groups 3) The significantly higher total 24-hour HEI for NSLP participants was only present in high-income groups, not in low-income groups	Some concerns
Golley <i>et al.</i> 2010	UK 2007	RCT (cluster randomised)	Intervention schools received healthier school lunches and improved lunchroom	Learning-related behaviours: 1) "On-task" behaviour (indicative of concentration)	1) Teacher–pupil on-task engagement was higher in the intervention schools 2) On-task pupil–pupil behaviour was lower in the	Some concerns

Lead author and date of publication	Country Study years Sample size Age of participants	Study design	Intervention	Outcome	Results	Risk of bias
	n=146 7–10 years	parallel group trial)	environments. Control: Lunch as usual and no change to lunchrooms.	2) "Off-task" behaviour 3) Pupil-teacher interactions 4) Pupil-pupil interactions 5) Individual time alone	intervention group 3) Off-task pupil–pupil behaviour was more likely in the intervention group	
Hayhoe <i>et al.</i> 2021	UK 2017 n=1253 8–18 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Skipping lunch 2) Mental well-being	1) 11.4% of secondary school children consumed no lunch 2) For secondary school children (>11 years), higher intake of fruit and vegetables was associated with higher well-being, but not for primary school children 3) Skipping lunch was associated with a significantly lower well-being in both secondary and primary schools	Some concerns
Illøkken <i>et al.</i> 2021	Norway 2020 n=13 students and 5 teachers 12-16 years (students)	Qualitative	Free school meals were given for one year as part of the Free School Meal Project. Comparison: Food brought from home as usual.	1) Experiences during the intervention (interviewed immediately after intervention and five years later)	Children and teachers both reported that: 1) Free school meals were beneficial for social functioning at school 2) There was a calmer environment in class Students reported that: 3) They ate healthier with the meals 4) The meals increased their liking for fruit and vegetables by increasing their exposure 5) They could concentrate better and were more awake 6) They had more energy during the day. Teachers reported that: 7) Students were more engaged in class	Some concerns
Jansen <i>et al.</i> 2020	Germany 2016 n=188 10–12 years	Randomised crossover trial	Group 1: Received high GI rice for one lunch and one week later received medium GI rice. Group 2: Received medium GI rice first and high GI rice one week later.	Cognitive factors were tested 45 minutes after consuming the rice, including: 1) Alertness 2) Memory 3) Concentration	1) No significant differences between groups for most parameters of the selected cognitive outcomes 2) High GI consumers were better in two parameters (reaction times of working memory updating and number of commission errors in alertness task). These parameters could only be compared between the first tests of each group because of carryover effects	Low
Laursen <i>et al.</i> 2015	Denmark 2011–2012	RCT (cluster randomised	Free school meals given based on NND for three months	1) Illnesses 2) Allergies	1) No effect on school attendance, asthma, allergies or self-reported well-being	Low

Lead author and date of publication	Country Study years Sample size Age of participants	Study design	Intervention	Outcome	Results	Risk of bias
	n=797 8–11 years	parallel group trial)	including mid-morning snack, a hot lunch and an afternoon snack. Control: Usual packed lunch.	3) Medicine intake 4) School attendance 5) Self-reported well-being	2) Slight increase in headaches in children who had the NND but only in those who ate lunch in the classroom, not in the dining room	
Lowe <i>et al.</i> 2023	Pakistan Date of study not stated in paper. Sometime after 2017. n=210 4-12 years	Quasi-Experimental, pre-post with matched control	Intervention group 1 = standard school meal. Intervention group 2 = standard school meal with additional micronutrients (from micronutrient powder - MNP). Control = no lunch provided by school.	1) Cognitive function 2) Haemoglobin levels	1) Cognitive function was better at all time points (5 and 12 months) for school feeding (basic) vs no school feeding 2) At 5 months no difference between school feeding+MNP and no school feeding but a significant difference was present by 12 months 3) At 5 months, school feeding had much bigger cognitive improvements than school feeding+MNP, but there was no difference between them at 12 months 4) No change in haemoglobin levels in any groups	Some concerns
Mohapatra <i>et al.</i> 2023	India 2017 n=1764 5–14 years	Quasi-Experimental, pre-post with matched control	Intervention group 1 = lunch with fortified rice kernal. Intervention group 2 = lunch fortified with micronutrient powder. Control = lunch with non-fortified rice.	1) Prevalence of anemia 2) Haemoglobin levels	1) Significant reduction in the prevalence of anaemia in both intervention arms 2) No change in haemoglobin concentration after adjustments were made	Low
Müller <i>et al.</i> 2013	Germany 2011 n=105 mean age = 12.6 years	Randomised crossover trial	Group 1 = skipped lunch on study day 1 before cognitive tests, ate lunch on study day 2 before cognitive tests (1 week later). Group 2 = ate lunch on study day 1 before cognitive tests, skipped lunch on study day 2 before cognitive tests.	1) Attention 2) Alertness 3) Visuospatial memory	1) Consuming lunch had no effect on visuospatial memory and attention 2) Significant difference in alertness, with children more alert on days they consumed lunch, but this difference disappeared after including only children who fully adhered to the protocol.	High
Persson Osowski <i>et al.</i> 2017	Sweden 2003 n=1905 8–12 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Daily and lunch energy intake 2) Daily and lunch nutrient intake 3) Frequency of school lunch consumption 4) School lunch habits	1) Children who ate school lunch every day had significantly higher energy and absolute nutrient intakes than children who ate school lunch less than five times a week 2) Regular school lunch consumption was associated with a higher total intake for most nutrients, but not a better nutrient density 3) Significantly less vitamin D, folate and sodium	Some concerns

Lead author and date of publication	Country Study years Sample size Age of participants	Study design	Intervention	Outcome	Results	Risk of bias
Petersen <i>et al.</i> 2015	Denmark 2011–2012 n=784 8–11 years	RCT (cluster randomised parallel group trial)	Given free school meals based on NND for three months including mid-morning snack, a hot lunch and an afternoon snack. Control: Usual packed lunch.	1) Serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) (vitamin D in blood) 2) Bone composition markers	when not eating lunch 4) The strongest predictor of eating school lunch was liking the school lunches 1) School meals with weekly fish servings increased vitamin D intake 2) No consistent effect on 25(OH)D (vitamin D in blood) 3) No effect on bone composition 4) School meals slightly increased Parathyroid Hormone levels	Low
Pourrostami <i>et al.</i> 2020	Iran 2014–2015 n=14,274 7–18 years	Cross-sectional (National surveillance programme)	Observational study – no intervention	1) Skipping main meals 2) Fruit and vegetable intake	1) Skipping lunch was significantly associated with lower fruit and vegetable consumption	High
Schröder <i>et al.</i> 2015	Germany 2013 n=215 mean age = 11.56 years	Randomised crossover trial	Group 1 = skipped lunch on study day 1 before cognitive tests, ate lunch on study day 2 before cognitive tests (1 week later). Group 2 = ate lunch on study day 1 before cognitive tests, skipped lunch on study day 2 before cognitive tests.	Measured 45 minutes after finishing lunch: 1) Task switching 2) Working memory 3) Inhibition 4) Cortisol	1) Made fewer mistakes (ratio of false alarms) on the working memory task when student had lunch versus skipped lunch 2) Cortisol levels increased after eating lunch 3) The fewer mistakes/false alarm finding was only present in children with a high rise in cortisol	High
Schröder <i>et al.</i> 2016	Germany 2014-2015 n=204 mean age = 11.35 years	Randomised crossover trial	Group 1 = skipped lunch on study day 1 before cognitive tests, ate lunch on study day 2 before cognitive tests (1 week later). Group 2 = ate lunch on study day 1 before cognitive tests, skipped lunch on study day 2 before cognitive tests.	Measured 90 minutes after finishing lunch: 1) Task switching 2) Working memory 3) Inhibition	1) No significant effects of lunch on any of the cognitive parameters tested	High
Schwartz and Rothbart 2020	USA 2010-2013 n=155,496 Grades 6 to 8 (age not specified)	Longitudinal study	Observational study – no intervention	1) School lunch participation 2) English and maths test scores 3) Attendance 4) BMI	1) More participation in school lunch increased performance in English and maths 2) No effect on attendance 3) No effect on probability of being overweight or	Some concerns

Lead author and date of publication	Country Study years Sample size Age of participants	Study design	Intervention	Outcome	Results	Risk of bias
Sorensen, Damsgaard, <i>et al.</i> 2015	Denmark 2011–2012 n=726 8–11 years	RCT (cluster randomised parallel group trial)	Given free school meals based on NND for three months including mid-morning snack, a hot lunch and an afternoon snack. Control: Usual packed lunch.	1) Serum ferritin 2) Whole-blood n-3 LCPUFA (omega 3 fatty acids) 3) Haemoglobin (Hb) concentration 4) Performance in reading and maths 5) d2-test of attention	underweight, but increased participation reduced chance of being obese 1) Increased school performance and reading performance 2) Increased inattention and impulsivity 3) Increased dietary intake of fish (therefore omega 3 fatty acids) and iron 4) No effect on serum ferritin or Hb	Low
Sorensen, Dyssegaard, <i>et al.</i> 2015	Denmark 2011–2012 n=739 8–11 years	RCT (cluster randomised parallel group trial)	Given free school meals based on NND for three months including mid-morning snack, a hot lunch and an afternoon snack. Control: Usual packed lunch.	1) d2 test of attention 2) Learning Rating Scale 3) Reading and maths proficiency	1) Increased reading speed and the number of correct sentences 2) No effect on concentration performance or processing speed 3) No effect on maths performance	Low
Spruance <i>et al.</i> 2021	USA 2013 n=718 mean age = 14 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Healthy Eating Index (HEI-2010) scores	1) 15.3% skipped lunch 2) Students who skipped lunch had significantly lower HEI than those who ate it 3) Significantly lower intake of vegetables, fruits, dairy and total protein in students who skipped lunch	Some concerns
Storey <i>et al.</i> 2011	UK 2008 n=156 11–14 years	RCT (cluster randomised parallel group trial)	Intervention schools received healthier school lunches and improved lunchroom environments. Control: Lunch as usual and no change to lunchrooms.	Learning-related behaviours: 1) "On-task" behaviour (indicative of concentration) 2) "Off-task" behaviour 3) Pupil-teacher interactions 4) Pupil-pupil interactions 5) Individual time alone	1) "On-task" behaviour increased in both groups but significantly more in the intervention group 2) "off-task" behaviour less likely in intervention group 3) Mostly contributed by individual working increasing hugely 4) Pupil-pupil and teacher-pupil didn't change significantly	Low
Stroebele <i>et al.</i> 2013	USA 2009–2010 n=1095 9–10 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Eating behavior 2) Physical activity 3) Academic performance 4) Sleep patterns	1) Overweight children ate lunch less frequently 2) Children who got recommended amount of sleep had lunch more often 3) No difference in frequency of eating lunch between high and low grades	High

Lead author and date of publication	Country Study years Sample size Age of participants	Study design	Intervention	Outcome	Results	Risk of bias
Thankachan <i>et al.</i> 2012	India 2009–2010 n=258 6–12 years	RCT (individually randomised parallel group trial)	Intervention group 1: lunch with rice fortified with many micronutrients with low-iron (6.25 mg). Intervention group 2: lunch with rice fortified with many micronutrients with high-iron (12.5 mg) concentrations. Control group: identical meals with unfortified rice	1) Prevalence of anaemia 2) Micronutrient status 3) Physical performance 4) Cognitive performance	1) Plasma vitamin B12, homocysteine concentrations and physical performance significantly improved in the intervention arms after six months 2) No differences in cognitive function, anaemia prevalence and other micronutrient deficiencies 3) Hb concentration increased significantly in both fortified rice groups	Low
Tilles-Tirkkonen <i>et al.</i> 2015	Finland 2012–2013 n=887 10–17 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Sense of coherence 2) Dietary intake 3) General questionnaire incl. BMI	1) Strong sense of coherence and being younger were both factors associated with regularly having nutritionally balanced school lunch 2) BMI not associated with regular school lunch 3) Sense of coherence was associated with overall meal frequency, including lunch particularly	High
von Grafenstein <i>et al.</i> 2023	India 2014–2019 n=~2000 7-9 years (at baseline)	RCT (cluster randomised parallel group trial)	Iron fortification in school lunch programmes using double-fortified salt. Intervention group 1: 4-year exposure to the fortification Intervention group 2: 1.5-year of fortification	1) Hb concentration, anaemia 2) Cognitive performance	1) Children who had 4 years of the fortification had higher Hb levels and lower likelihood of anaemia than those who had the fortification for 1.5 years 2) No evidence for treatment effects on cognitive and educational outcomes	High
Øverby <i>et al.</i> 2013	Norway 2010 n=482 mean age = 14.6 years	Cross-sectional	Observational study – no intervention	1) Learning difficulties 2) Meal intake frequency 3) Diet 4) BMI	1) Eating lunch less often was associated with increased chance of mathematical difficulties	High

Bilaga 3

Bilaga 3 Table 1. Risk of bias (RoB) for randomised controlled trials (RCTs) and randomised crossover trials – RoB 2 tool (Sterne *et al.* 2019)

Lead author and date of publication	Study design	RoB arising from the randomization process	RoB due to deviations from the intended interventions (<i>effect of assignment to intervention</i>)	RoB due to deviations from the intended interventions (<i>effect of adhering to intervention</i>)	RoB due to missing outcome data	RoB in measurement of the outcome	Overall RoB
Andersen <i>et al.</i> 2014	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA 2.6 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 Y 4.4 N LOW RISK	LOW RISK
Andersen, Biloft-Jensen, Andersen, <i>et al.</i> 2015	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA 2.6 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 Y 4.4 N LOW RISK	LOW RISK
Damsgaard <i>et al.</i> 2014	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA 2.6 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 Y 4.4 N LOW RISK	LOW RISK
Drozdowska <i>et al.</i> 2022	Randomised crossover trial	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 N 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 N 2.2 Y 2.3 NA 2.4 N 2.5 N LOW RISK	3.1 NI 3.2 N 3.3 N LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 NI 4.4 N LOW RISK	LOW RISK

Lead author and date of publication	Study design	RoB arising from the randomization process	RoB due to deviations from the intended interventions (<i>effect of assignment to intervention</i>)	RoB due to deviations from the intended interventions (<i>effect of adhering to intervention</i>)	RoB due to missing outcome data	RoB in measurement of the outcome	Overall RoB
Golley <i>et al.</i> 2010	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 PY SOME CONCERNS	2.1 Y 2.2 Y 2.3 PN 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 N 3.3 N LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 N LOW RISK	SOME CONCERNS
Jansen <i>et al.</i> 2020	Randomised crossover trial	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 N 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 N 2.2 Y 2.3 NA 2.4 N 2.5 N LOW RISK	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 NI 4.4 N LOW RISK	LOW RISK
Laursen <i>et al.</i> 2015	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.1 Y 1.2 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA 2.6 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 Y 4.4 N LOW RISK	LOW RISK
Müller <i>et al.</i> 2013	Randomised crossover trial	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 Y 2.6 N HIGH RISK	3.1 N 3.2 N 3.3 PN LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 NI 4.4 N LOW RISK	HIGH RISK
Petersen <i>et al.</i> 2015	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA 2.6 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 Y 4.4 N LOW RISK	LOW RISK

Lead author and date of publication	Study design	RoB arising from the randomization process	RoB due to deviations from the intended interventions (<i>effect of assignment to intervention</i>)	RoB due to deviations from the intended interventions (<i>effect of adhering to intervention</i>)	RoB due to missing outcome data	RoB in measurement of the outcome	Overall RoB
Schröder <i>et al.</i> 2015	Randomised crossover trial	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 Y 2.6 N HIGH RISK	3.1 N 3.2 N 3.3 PN LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 NI 4.4 N LOW RISK	HIGH RISK
Schröder <i>et al.</i> 2016	Randomised crossover trial	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 Y 2.6 N HIGH RISK	3.1 N 3.2 N 3.3 PN LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 NI 4.4 N LOW RISK	HIGH RISK
Sorensen, Damsgaard, <i>et al.</i> 2015	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA 2.6 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 Y 4.4 N LOW RISK	LOW RISK
Sorensen, Dyssegaard, <i>et al.</i> 2015	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 NI LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA 2.6 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 Y 4.4 N LOW RISK	LOW RISK
Storey <i>et al.</i> 2011	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 N LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 NA 2.4 NA 2.5 NA LOW RISK	3.1 N 2.3 N 3.3 N LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 N LOW RISK	LOW RISK

Lead author and date of publication	Study design	RoB arising from the randomization process	RoB due to deviations from the intended interventions (<i>effect of assignment to intervention</i>)	RoB due to deviations from the intended interventions (<i>effect of adhering to intervention</i>)	RoB due to missing outcome data	RoB in measurement of the outcome	Overall RoB
Thankachan <i>et al.</i> 2012	RCT (individually randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 N LOW RISK	2.1 Y 2.2 Y 2.3 N 2.6 Y LOW RISK	N/A	3.1 N 3.2 Y LOW RISK	4.1 N 4.2 N 4.3 N LOW RISK	LOW RISK
von Grafenstein <i>et al.</i> 2023	RCT (cluster randomised parallel group trial)	1.2 Y 1.1 Y 1.3 PN LOW RISK	2.1 N 2.2 PN 2.6 Y LOW RISK	2.1 N 2.2 PN 2.4 NA 2.5 NA LOW RISK	3.1 N 3.2 N 3.3 Y 3.4 PY HIGH RISK	4.1 Y 4.2 N 4.3 NI 4.4 N LOW RISK	HIGH RISK

Key: N: No, NA: Not applicable, NI: No information, PN: Possibly No, PY: Possibly Yes, Y: Yes

Bilaga 2 Table 2. Risk of bias (RoB) for non-randomised intervention studies – ROBINS-I tool (Sterne *et al.* 2016)

Lead author and date of publication	Study design	RoB due to confounding	RoB in selection of participants into the study	RoB in classification of interventions	RoB due to deviations from intended interventions	RoB due to missing data	RoB in measurement of outcomes	RoB in selection of the reported result	Overall RoB
Lowe <i>et al.</i> 2023	QE, pre-post with matched control	1.1 Y 1.2 N 1.4 Y 1.5 Y 1.6 N 1.7 Y 1.8 Y SOME CONCERNS	2.1 N 2.4 Y LOW RISK	3.1 Y 3.2 Y 3.3 N LOW RISK	4.1 N LOW RISK	5.1 N 5.2 N 5.3 N 5.4 Y 5.5 Y LOW RISK	6.1 N 6.2 N 6.3 Y 6.4 N LOW RISK	7.1 N 7.2 N 7.3 N LOW RISK	SOME CONCERNS
Mohapatra <i>et al.</i> 2023	QE, pre-post with matched control	1.1 PN LOW RISK	2.1 N 2.2 Y LOW RISK	3.1 Y 3.2 Y 3.3 N LOW RISK	4.1 N 4.3 NI 4.4 Y 4.5 PY LOW RISK	5.1 N 5.2 N 5.3 Y 5.4 N 5.5 Y LOW RISK	6.1 N 6.2 NI 6.3 Y 6.4 N LOW RISK	7.1 N 7.2 PN 7.3 N LOW RISK	LOW RISK

Bilaga 2 Table 3. Risk of bias (RoB) for cross-sectional studies and longitudinal studies – ROBINS-E tool (ROBINS-E Development Group *et al.* 2023)

Lead author and date of publication	Study design	RoB due to confounding	RoB in measurement of the exposure	RoB in selection of participants into the study	RoB due to post-exposure interventions	RoB due to missing data	RoB in measurement of outcomes	RoB in selection of the reported result	Overall RoB
Azemati <i>et al.</i> 2020	Cross-sectional	1.1 PY 1.2 Y 1.3 N 1.4 N LOW RISK	2.1 PY 2.2 PN LOW RISK	3.1 N 3.2 Y 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 PN 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 Y LOW RISK	SOME CONCERNS
Cheah <i>et al.</i> 2022	Cross-sectional	1.1 WN 1.2 Y 1.3 N 1.4 N SOME CONCERNS	2.1 Y 2.2 N LOW RISK	3.1 N 3.2 Y 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 N 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 Y LOW RISK	SOME CONCERNS
Eckert <i>et al.</i> 2021	Cross-sectional	1.1 PY 1.2 Y 1.3 N 1.4 N LOW RISK	2.1 Y 2.2 N LOW RISK	3.1 N 3.2 Y 3.3 Y 3.4 Y 3.5 Y 3.6 NI 3.7 WN HIGH RISK	4.1 PN LOW RISK	5.1 N 5.2 Y 5.3 N 5.4 Y 5.5 N 5.6 Y LOW RISK	6.1 N 6.2 PY 6.3 PN LOW RISK	7.1 Y LOW RISK	HIGH RISK
Gearan <i>et al.</i> 2021	Cross-sectional	1.1 Y 1.2 Y 1.3 N 1.4 N LOW RISK	2.1 PY 2.2 N LOW RISK	3.1 Y 3.3 N LOW RISK	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 PN 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 PY LOW RISK	LOW RISK
Gearan <i>et al.</i> 2020	Cross-sectional	1.1 Y 1.2 Y 1.3 N 1.4 N LOW RISK	2.1 PY 2.2 N LOW RISK	3.1 Y 3.3 N LOW RISK	4.1 N LOW RISK	5.1 N 5.2 Y 5.3 Y 5.4 N 5.7 Y 5.8 Y SOME CONCERNS	6.1 PN 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 PY LOW RISK	SOME CONCERNS

Lead author and date of publication	Study design	RoB due to confounding	RoB in measurement of the exposure	RoB in selection of participants into the study	RoB due to post-exposure interventions	RoB due to missing data	RoB in measurement of outcomes	RoB in selection of the reported result	Overall RoB
Hayhoe <i>et al.</i> 2021	Cross-sectional	1.1 Y 1.2 Y 1.3 N 1.4 N LOW RISK	2.1 Y 2.2 N LOW RISK	3.1 N 3.2 Y 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 N 5.2 N 5.3 Y 5.4 Y 5.5 N 5.6 Y LOW RISK	6.1 N 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 PY LOW RISK	SOME CONCERNS
Persson Osowski <i>et al.</i> 2017	Cross-sectional	1.1 PY 1.2 Y 1.3 N 1.4 N LOW RISK	2.1 Y 2.2 N LOW RISK	3.1 N 3.2 Y 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 N 6.2 PY 6.3 N LOW RISK	7.1 PY LOW RISK	SOME CONCERNS
Pourrostami <i>et al.</i> 2020	Cross-sectional	1.1 PY 1.2 Y 1.3 N 1.4 N LOW RISK	2.1 PY 2.2 SY 2.3 WY 2.4 WY SOME CONCERNS	3.1 N 3.2 Y 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 PN 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 N 7.2 PY 7.3 PN 7.4 N 7.5 PY HIGH RISK	HIGH RISK
Schwartz and Rothbart 2020	Longitudinal	1.1 PY 1.2 Y 1.3 N 1.4 N LOW RISK	2.1 Y 2.2 N 2.3 N 2.4 N LOW RISK	3.1 PN 3.2 PY 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 N 6.2 N LOW RISK	7.1 PY LOW RISK	SOME CONCERNS
Spruance <i>et al.</i> 2021	Cross-sectional	1.1 WN 1.2 Y 1.3 N 1.4 N SOME CONCERNS	2.1 PY 2.2 PN LOW RISK	3.1 Y 3.3 N LOW RISK	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 PN 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 PY LOW RISK	SOME CONCERNS
Stroebele <i>et al.</i> 2013	Cross-sectional	1.1 SN HIGH RISK	2.1 WN 2.2 PN SOME CONCERNS	3.1 N 3.2 Y 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 PN 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 PY LOW RISK	HIGH RISK

Lead author and date of publication	Study design	RoB due to confounding	RoB in measurement of the exposure	RoB in selection of participants into the study	RoB due to post-exposure interventions	RoB due to missing data	RoB in measurement of outcomes	RoB in selection of the reported result	Overall RoB
Tilles-Tirkkonen <i>et al.</i> 2015	Cross-sectional	1.1 NI HIGH RISK	2.1 PY 2.2 PN LOW RISK	3.1 N 3.2 Y 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 N 5.2 N 5.3 NI 5.4 Y 5.5 PN 5.6 NI SOME CONCERNS	6.1 PN 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 N 7.2 PY 7.3 PN 7.4 N 7.5 PY HIGH RISK	HIGH RISK
Øverby <i>et al.</i> 2013	Cross-sectional	1.1 SN HIGH RISK	2.1 Y 2.2 N LOW RISK	3.1 N 3.2 Y 3.3 N SOME CONCERNS	4.1 N LOW RISK	5.1 Y 5.2 Y 5.3 Y LOW RISK	6.1 PN 6.2 Y 6.3 PN LOW RISK	7.1 PY LOW RISK	HIGH RISK

Key: N: No, NA: Not applicable, NI: No information, PN: Possibly No, PY: Possibly Yes, WN: Weak No, WY: Weak Yes, Y: Yes

Bilaga 2 Table 4. Risk of bias (RoB) for qualitative studies – “Quality in Qualitative Evaluation” tool (Spencer et al. 2003)

Lead author and date of publication	Credibility of findings	Extending of knowledge	Effectiveness of evaluation for addressing aims	Scope for wider inference	Clarity of the evaluation	Defensibility of the research design	Defensibility of the sample	Sample composition	Quality of data collection
Illøkken <i>et al.</i> 2021	1.1 Y	2.1 NA	3.1 Y	4.1 Y	5.1 Y	6.1 Y	7.1 Y	8.1 Y	9.1 Y
	1.2 Y	2.2 Y	3.2 Y	4.2 Y	5.2 Y	6.2 Y	7.2 Y	8.2 Y	9.2 Y
	1.3 Y	2.3 Y	3.3 Y	4.3 Y	5.3 Y	6.3 Y	7.3 Y	8.3 Y	9.3 Y
	1.4 Y	2.4 Y	3.4 Y	4.4 Y	5.4 N	6.4 Y	7.4 Y	8.4 Y	9.4 Y
	LOW RISK	2.5 Y	LOW RISK	4.5 Y	SOME CONCERNS	LOW RISK	LOW RISK	8.5 Y	9.5 Y
		LOW RISK		LOW RISK				LOW RISK	9.6 Y
								9.7 Y	LOW RISK
									LOW RISK
Lead author and date of publication	Quality of analysis approach	Description of context of data sources	Diversity of perspective and content	Quality of detail, depth and complexity of data	Clarity of links between data, interpretation and conclusions	Clarity and coherence of reporting	Clarity of assumptions / theories / values that shaped the output	Attention to ethical issues	Quality of documentation of research process
Illøkken <i>et al.</i> 2021 continued.	10.1 Y	11.1 Y	12.1 Y	13.1 Y	14.1 Y	15.1 Y	16.1 NI	17.1 Y	18.1 Y
	10.2 Y	11.2 Y	12.2 N	13.2 Y	14.2 Y	15.2 Y	16.2 N	17.2 Y	18.2 Y
	10.3 Y	11.3 Y	12.3 Y	13.3 Y	14.3 Y	15.3 Y	16.3 PY	17.3 Y	18.3 Y
	10.4 Y	11.4 Y	12.4 N	13.4 Y	14.4 NA	15.4 Y	16.4 Y	17.4 Y	18.4 Y
	LOW RISK	LOW RISK	12.5 NA	13.5 Y	LOW RISK	15.5 Y	16.5 Y	17.5 N	LOW RISK
			12.6 N	13.6 Y		LOW RISK	SOME CONCERNS	17.6 Y	
			SOME CONCERNS	LOW RISK			17.7 N		
							SOME CONCERNS		
Lead author and date	Overall RoB								
Illøkken <i>et al.</i> 2021 continued.	SOME CONCERNS								

Key: N: No, NA: Not applicable, NI: No information, PN: Possibly No, PY: Possibly Yes, Y: Yes

