

Nutritionsepidemiologi

Kostundersökningar: ändamål, design, biologiska markörer, felkällor och evaluering av kvalitén

Gunnar Johansson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. VEM BEHÖVER KUNSKAP OM INDIVIDERS OCH GRUPPERS KOSTINTAG/NÄRINGSSITUATION?	4
1.1. Undervisning, forskning, hälsovård och upplysning	4
1.2. Livsmedelsindustrin och handeln	4
1.3. Beslutsfattare, myndigheter och politiker	4
2. KOSTDATA PÅ NATIONELL NIVÅ. KONSUMTIONSSTATISTIK – PER CAPITA FÖRBRUKNING	5
3. KOSTDATA PÅ HUSHÅLLS/INSTITUTIONSNIVÅ. HUSHÅLLSBUDGETUNDERSÖKNINGAR	5
4. KOSTDATA PÅ INDIVIDNIVÅ. KOSTUNDERSÖKNINGSMETODER	5
4.1 Prospektiva metoder	6
4.1.1. <u>Meny</u>	6
4.1.2. <u>Skattad registrering</u>	6
4.1.3. <u>Vägd registrering</u>	6
4.1.4. <u>Dubbelportionsteknik</u>	6
4.1.5. <u>Fördelar med prospektiva metoder</u>	6
4.1.6. <u>Nackdelar med prospektiva metoder</u>	7
4.2. Retrospektiva metoder	7
4.2.1. <u>24- eller 48-timmarsintervjuer</u>	7
4.2.2. <u>Kosthistorisk intervju</u>	8
4.2.3. <u>Livsmedelsfrekvensformulär</u>	9
4.2.4. <u>Kostdata från förfluten tid</u>	9
5. BEARBETNING AV INSAMLAD DATA	9
6. DATANIVÅER	10
6.1. Datanivå 1. Genomsnitt av gruppens konsumtion	10
6.2 Datanivå 2. Genomsnitt och fördelning av gruppens konsumtion	10
6.3 Datanivå 3. Rankning av individens konsumtion	11
6.4 Datanivå 4. Individens absoluta konsumtion	11
7. ANTAL DAGAR FÖR ATT BESKRIVA INDIVIDENS KOSTINTAG	12
8. VALIDERING AV KOSTUNDERSÖKNINGAR	13
8.1. Relativ validering	13
8.1.1. <u>Jämförelse av medelvärden och medianer</u>	13
8.1.2. <u>Regression och korrelation</u>	14
8.1.3. <u>Fraktiljämförelser</u>	16
8.1.4. <u>Bland-Altman analys</u>	16
8.2. Observation	17
8.3. Biologiska markörer för kostintag	18
8.3.1. <u>Energi</u>	19
8.3.1.1. <u>Den dubbelmärkta vattenmetoden</u>	19
8.3.1.2. <u>Andra indirekta metoder</u>	22
8.3.1.3. <u>Goldbergs cutoff</u>	22
8.3.2. <u>Protein</u>	22
8.3.3. <u>Salt (natrium)</u>	24
8.3.4. <u>Jod, fluor och klor</u>	24
8.3.5. <u>Selen</u>	24
8.3.6. <u>Kalium</u>	25
8.3.7. <u>Fullständiga urininsamlingar</u>	25
8.3.7.1. <u>Kreatinin</u>	26

8.3.7.2. PABA	26
8.3.7.2.1. <i>PABA-kompensationsmetod</i>	27
8.3.8. Fiber.....	29
8.3.9. Kadmium och bly.....	29
8.3.10. Vitamin C.....	30
8.3.11. Fett och kolhydrater.....	30
8.3.12. Fettsyror.....	30
8.4. Nya biologiska markörer för kostintag	31
8.4.1. Sackaros och fruktos.....	31
8.4.2. Tiamin.....	31
8.4.3. Fullkornsprodukter av vete och råg.....	32
8.4.4. Fukt och grönsaker.....	32
9. FELRAPPORTERING	32
10. ENERGIJUSTERINGAR	36
11. STATISTISKA METODER FÖR ATT KORRIGERA "FEL"	36
12. BESTÄMNING AV EN STICKPROVSSTORLEK TILL EN STUDIE	37
13. FRAMTIDEN	38
14. PRAKTISKA REKOMMENDATIONER FÖR PLANERING OCH UTVÄRDERING AV KOSTUNDERSÖKNINGAR	38
REFERENSER	40

1. VEM BEHÖVER KUNSKAP OM INDIVIDERS OCH GRUPPERS KOSTINTAG/NÄRINGSSITUATION?

En rad olika instanser behöver information om enskilda personers och befolkningsgruppers kostintag/näringssituation (1, 2). Olika forskningsmiljöer inom medicinen och samhällsvetenskapen behöver kunskap om vad folk äter för att veta vad som ska ändras samt för att kunna påverka kostintaget. Även den offentliga sektorn såsom sjukvården och hälsomyndigheter, såväl som industrin och näringslivet, behöver kunskaper för att kunna bidra till en förbättrad folkhälsa.

1.1. Undervisning, forskning, hälsovård och upplysning

I undervisning och kostupplysning är data från kostundersökningar ofta ett nödvändigt grundmaterial. Det är t.ex. viktigt att näringsläroböcker baserar sin information om vad folk äter på pålitlig information. För att kunna ge kostråd till olika patientgrupper, såsom diabetiker och hjärt-kärlpatienter, behöver man information om dessa patienters kostintag för att kunna ge adekvata råd. I stora nutritionsepidemiologiska studier är det viktigt att erhålla tillförlitliga kostdata för att kunna utreda kostens betydelse för hälsa och sjukdom.

Sociologer, antropologer, psykologer och ekonomer kan vara intresserade av att studera individers eller grupper kostmönster och de olika faktorer som påverkar dessa. Det kan t.ex. handla om måltidens innehåll, var den intas och i vilket socialt sammanhang. Det kan också vara av intresse att veta vilken mat människor väljer i butiken eller på restaurangen och i vilken grad t.ex. pris, smak, matlagningskunskaper, näringslära-kunskaper, reklam m.m. påverkar valet.

1.2. Livsmedelsindustrin och handeln

Livsmedelsindustrin och handeln önskar erhålla kunskaper om människors attityder till olika typer av mat och livsmedel, deras smakpreferenser och konsumtionsmönster. Näringslivets behov av data är i regel begränsat, t.ex. så gäller det konsumtionen av några enskilda produkter, eller till och med bara ett speciellt varumärke.

1.3. Beslutsfattare, myndigheter och politiker

Hälsomyndigheter, såsom Folkhälsoinstitutet, Statens Livsmedelsverk och Socialstyrelsen, är intresserade av kostundersökningar, speciellt nutritionsepidemiologiska studier om samband mellan kost och hälsa/sjukdom. Det är viktigt att de känner till samband om t.ex. hjärt-kärlsjukdomars eller olika cancerformers samband med olika kostfaktorer.

Hälsomyndigheterna har ansvar för hela befolkningens hälsotillstånd och bör därför ha löpande information om hur konsumtionen av olika livsmedel/mat ändrar sig över tiden. De har också ansvar för att ge kostråd till olika patientgrupper och ska därför ha kännedom om vad som gäller för dessa speciella grupper. Myndigheterna inom socialsektorn behöver data om konsumtionen och näringstillståndet inom t.ex. barnomsorgen eller andra omsorgsinstitutioner, för att kunna föreslå förbättringar eller fatta andra beslut som gäller kosten.

Jordbruksmyndigheter behöver information om befolkningens matvanor och förändringar i dessa över tid för att kunna ta jordbrukspolitiska beslut och planera livsmedelsproduktionen. Beslutsfattare inom hälsoväsendet har ett gemensamt ansvar för nutritionspolitiska beslut och behöver kontinuerligt information om befolkningens matvanor. Politiker och myndigheter fattar dessutom en rad ekonomiska beslut, såsom subventionering och skatter på mat, som kan få påverkan på konsumtionen och därmed näringsmässiga konsekvenser.

Mycket kortfattat ska här beskrivas kostdata på nationell nivå (konsumtionsstatistik) och hushållsnivå (hushållsbudgetundersökningar), men tyngdpunkten kommer att ligga på individnivå, dvs. kostundersökningar.

2. KOSTDATA PÅ NATIONELL NIVÅ. KONSUMTIONSSTATISTIK – PER CAPITA FÖRBRUKNING

Konsumtion(förbruknings)statistik är tillgänglig mängd livsmedel/energi/näringsämnen per person och dag. Dessa data erhålls genom att ta produktion av livsmedel plus import minus export, djurfoder och utsäde. Förluster vid lagring, transport, distribution etc. bör också dras av, men är svårt att mäta. Konsumtionsstatistik kan erhållas från Jordbruksekonomiska meddelanden utgiven av Jordbruksverket, olika nationella statistiska centralbyråer, OECD Food Consumption Statistics och FAO Food Balance Sheets. Denna typ av data kan t.ex. användas i ekologiska studier, till att följa trender i livsmedelsförbrukningen och ge en översikt över förbrukningen eller jämförelser av förbrukningen av vissa varor mellan olika länder. Kvaliteten och beräkningsgrunderna av statistiken från olika länder kan dock variera, vilket naturligtvis försvårar jämförelser. Det är väsentligt att vara klar över att det är fråga om den mängd mat som är tillgänglig för konsumtion och inte den mängd som i verkligheten är konsumerad.

3. KOSTDATA PÅ HUSHÅLLS/INSTITUTIONSNIVÅ. HUSHÅLLSBUDGETUNDERSÖKNINGAR

Hushållsbudgetundersökningar ger upplysning om olika hushålls/institutioners utgifter för livsmedel och/eller inhandlade varor. Detta kan sedan göras om till livsmedel. Metoden går vanligtvis till på så sätt att hushållen/institutionerna bokför alla utgifter och/eller mängd varor och typ under en specifik tidsperiod, vanligtvis en till fyra veckor och helst fördelat över årets årstider. Data kan användas till att följa utvecklingen och att se på skillnader mellan hushåll med avseende på t.ex. socioekonomiska grupper, bostadstyp, familjesammansättning m.m. Undersökningarna ger inga upplysningar om fördelningen av konsumtionen mellan medlemmar i hushållen/institutionerna eller om tillagningsmetoder och svinn. Denna typ av undersökningar utförs ofta av ekonomiska orsaker och har inte alltid nutritionella ansatser.

4. KOSTDATA PÅ INDIVIDNIVÅ. KOSTUNDERSÖKNINGSMETODER

Man kan dela in metoderna att samla in kostdata på, på olika sätt. Ett sätt är att dela in metoderna i prospektiva (framåtriktade) och retrospektiva (bakåtriktade) metoder. Ett annat sätt är att dela in dem i ”nu-kost” och ”kostvanor”. Med ”nu-kost” menas att den kost som registreras är den kost som faktiskt äts eller har ätits och med ”kostvanor” menas den kost som man brukar äta, men alltså inte nödvändigtvis en kost som man äter eller har ätit just nu. I

nu-kostmetoderna ingår registreringsmetoderna, dubbelportionstekniken och 24/48-timmars intervjumetoderna. I kostvanemetoderna ingår kosthistorisk intervju samt olika typer av livsmedelsfrekvensformulär.

4.1. Prospektiva metoder

I de prospektiva metoderna registreras kostintaget efterhand som det intas. Metoderna skiljer sig främst från varandra med avseende på hur noggrant mängderna registreras. I regel pågår en registrering från 3 till 7 dagar.

4.1.1. Meny

En menyregistrering innebär att man registrerar allt som intas utan att ange mängdangivelser.

4.1.2. Skattad registrering

I en skattad registrering anger man vad som ätits vid tiden för konsumtionen och mängder skattas, t.ex. med hjälp av bilderböcker, linjal, hushållsmått såsom decilitermått, koppar och skedar. En så detaljerad beskrivning av intaget av föda och dryck ges, inklusive varumärke och matlagningsmetod. För maträtter anges mängderna av de ingående ingredienserna.

4.1.3. Vägd registrering

I en vägd registrering vägs all mat och dryck som intas. Matlagningsmetoder, beskrivning av ingredienser såväl som varumärken ska noteras. För maträtter ska de ingående livsmedlen vägas såväl som hela maträtten. Det kan vara både en för- och nackdel att man behöver en våg för att utföra denna metod. Fördelen är främst att man slipper skatta mängder och att det blir en noggrann viktangivelse. Nackdelen är främst att vägen måste tas med överallt under registreringsperioden.

4.1.4. Dubbelportionsteknik

Metoden innebär att liknande portioner av allt som äts och dricks samlas in och analyseras kemiskt.

4.1.5. Fördelar med prospektiva metoder

En stor fördel är att man undviker påverkan av minnet eftersom maten och drycken registreras efterhand som den intas. En annan fördel är att mängder kan på ett noggrannare sätt skattas och vägas jämfört med retrospektiva metoder. När det gäller dubbelportionstekniken är det en fördel att näringsämnen kan analyseras. Ännu en fördel, som gäller alla nu-kostmetoder, är att information om oregelbundenheter i intaget erhålls.

4.1.6. Nackdelar med prospektiva metoder

Den troligtvis största nackdelen med prospektiva metoder är att de ofta påverkar mat- och dryckesintaget. Man har i flera studier sett att det totala intaget blir lågt samt att det blir en selektiv underrapportering (3). Kroppsvikten och matintaget minskar under kostundersökningsperioden. En ”undereating” sker vilket påvisas av att kroppsvikten sjunker. Speciellt sker det en minskning av så kallade ”socially undesirable food items”. Alltså en selektiv underrapportering, där allt intag inte minskar lika mycket. En annan nackdel är att man inte kan hålla på hur länge som helst med dessa metoder, vanligtvis omkring en vecka. Eftersom registreringar och dubbelportionstekniken är krävande metoder för försökspersonerna kan bortfallet bli stort och man får en selektion av kostintresserade personer som orkar utföra dessa metoder. En stor nackdel med dubbelportionstekniken är naturligtvis att man hela tiden måste ha med sig hinken/behållaren för dubbelportionerna. Detta begränsar antalet dagar man kan hålla på samt selekterar metoden fram personer som står ut med metodens nackdelar. Utöver dessa nackdelar för försökspersonerna så är dubbelportionsteknikmetoden en mycket dyrbar metod. Ju fler analyser desto dyrbarare blir metoden.

Vanligtvis påverkas inte prospektiva metoder av minnet, men när det gäller dubbelportionstekniken så måste man redan i affären komma ihåg att köpa dubbelt så mycket som man behöver, för att sedan laga dubbelt så mycket som man tänker äta, för att kunna slänga en portion i hinken för analys. Valideringsstudier på dubbelportionstekniken tyder på att det sker en underskattning av kostintaget (4).

4.2. Retrospektiva metoder

I de retrospektiva metoderna inhämtas information om mat och dryck som redan konsumerats. I de retrospektiva metoderna är 24- eller 48 timmarsintervjuerna nu-kostmetoder och kosthistorisk intervju och livsmedelsfrekvensformulären kostvanemetoder.

För att få information om mängder som konsumerats används livsmedelsmodeller, bilderböcker, hushållsmått, påsar med olika vikt/volym m.m.

4.2.1. 24- eller 48-timmarsintervjuer

Vid dessa intervjuer vill man få en skattning på vad som konsumerats de sista 24- eller 48-timmarna, eller vanligtvis det föregående dygnet/dygnet (5). Detaljerade beskrivningar av all mat och dryck som konsumerats, inklusive matlagningsmetoder, varumärken, vitamin- och mineralkosttillskott noteras av intervjuaren. En 24/48-timmars intervju kan utföras som en personlig intervju eller som en telefonintervju. För att täcka en längre tidsperiod kan man upprepa intervjuerna för att på så sätt få en bättre skattning av individens kostintag, så kallade upprepade 24/48-timmars intervjuer. Mängder skattas, t.ex. med hjälp av bilderböcker, hushållsmått såsom decilitermått, koppar och skedar. Man kan också använda sig av livsmedelsmodeller eller abstrakta modeller såsom linfröpåsar där man vet volymen på de olika påsstorlekarna.

Fördelar med dessa metoder är att de är enkla, billiga och att ett stort slumpmässigt urval är möjligt att erhålla. Dessutom, som för alla retrospektiva metoder, så påverkas inte matvanorna av metoderna.

Nackdelar med metoderna är att intervjuaren kan påverka resultatet och om intervjuerna inte upprepas tillräckligt många gånger, så är tidsperioden för kort för att vara typiska för individen (se tabell 1 och 2 samt kapitel 7). Olika människor har olika gott minne och förmågan att skatta mängder varierar. Detta påverkar metodernas kvalitet.

4.2.2. Kosthistorisk intervju

Med denna metod, eller snarare metoder, får man en skattning av individens ”vanliga” kost under en längre tidsperiod, från någon vecka upp till ett år. Det har dock visat sig svårt att beskriva kostvanorna över en så lång period som ett år, eftersom kostvanorna är årstidsberoende. Det är därför viktigt att ange vilken tidsperiod intervjun täcker.

Metoden förekommer i många varianter, vilket gör att man ibland talar om den kosthistoriska familjen, vilket har som gemensam nämnare att det är de ”normala” kostvanorna som undersöks. Kosthistorisk intervju anses som en svår metod att utföra eftersom den kräver mycket av både försöksperson och intervjuare. T.ex. är metoden mycket tidskrävande (ibland flera timmar) och ställer krav på gott minne på hur ofta och hur mycket olika livsmedel konsumeras.

Den ursprungliga metoden, kosthistorisk intervju, togs fram av Bertha Burke 1947 (6) och består av tre delar. Först utförs en intervju för att få fram det generella kostmönstret. I denna del ingår en noggrann beskrivning av matintaget, frekvenser och portionsstorlekar. Denna del innehåller också en 24-timmars intervju.

Därefter gick man igenom en checklista för att få fram vilken mat som vanligtvis konsumerats. Det är ett formulär med frekvenser av livsmedel, som används för att verifiera och klargöra informationen från den första delen

Till slut utfördes en 3-dagars skattad registrering. Denna sista del visade sig inte vara så användbar varför man nu ofta tar bort den. Senare har alltså Burke och andra forskare ändrat på metoden och den förekommer, som nämnts ovan, i ett flertal varianter, varför man alltså talar om den kosthistoriska familjen. Det gemensamma för denna familj är att det är kostvanor som undersöks, i motsats till nu-kostmetoder där ett specifikt intagstillfälle beskrivs.

En fördel med dessa metoder är att längre tidsperioder kan studeras och att därmed individens kostintag kan bestämmas (se tabell 1 och 2 samt kapitel 7). En annan fördel är att intervjuaren kan befrämja kommunikationen och att därmed en hög samarbetsfrekvens kan erhållas. Det är också troligt att metoderna ger ett sannare kostintag (7).

Nackdelar med metoderna är att de är krävande för intervjuaren och den intervjuade. Dessutom kan intervjuaren påverka metoden. Kvalitén kan därför bli ojämn. Man kan inte få information om dag-till-dag variationen och metoderna ger därmed en falsk regelbundenhet, en idealiserad bild av kostintaget. Som med alla retrospektiva metoder så är skattade portioner och frekvenser påverkade av minnet.

4.2.3. Livsmedelsfrekvensformulär

Dessa formulär innehåller frågor om hur ofta utvalda livsmedel, drycker, maträtter, kosttillskott m.m. konsumeras (8). Ibland frågas även om mängder, speciellt för mat som kan anges i enheter, såsom skivor bröd, antal koppar kaffe, te etcetera. Dessa formulär är vanliga när antalet försökspersoner är stort, såsom i många epidemiologiska studier. Tidsperioden under vilken konsumtionen studeras bör definieras och vara minst en månad. Om undersökningen upprepas bör det ske under samma årstid.

Ett speciellt livsmedelsfrekvensformulär som bör nämnas eftersom det ofta används i stora epidemiologiska studier är det som på engelska kallas ”semi-quantitative food frequency questionnaire”. Detta formulär har standardiserade portionsstorlekar eller flera val av portionsstorlekar. Formuläret innehåller de mest frekvent använda livsmedlen/maträtterna såväl som de vanligast förekommande näringsämneskällorna. Ett flertal stora studier om samband mellan kost och sjukdom, såsom olika cancerformer och hjärtkärlsjukdomar bygger på denna typ av kostdata.

Fördelar med livsmedelsfrekvensformulär är att de utgör en mindre belastning på deltagarna, jämfört med de övrigt beskrivna metoderna. Man har också ett mindre behov av kvalificerad personal. I regel får man ofta mindre bortfall och man undviker intervjuarbias. I övrigt är de mindre resurskrävande än andra metoder vad gäller tid, pengar, genomförande och bearbetning.

Dessa fördelar gäller när formuläret väl är framtaget. Däremot är det mycket tidskrävande att ta fram och validera denna typ av formulär (9). Övriga nackdelar med dessa metoder är att de är grova och att det totala intaget inte erhålls, vilket ibland glöms bort. Dessutom krävs kunnig personal för att bearbeta rådata, såsom att näringsberäkna och energijustera intaget.

4.2.4. Kostdata från förfluten tid

Detta är data från någon typ av livsmedelsfrekvensformulär eller kosthistorisk intervju. Dessa metoder används främst vid fall-kontrollstudier där man vill veta vad människor ätit för många år sedan. Vid försök där man dels haft originalkostdata i förfluten tid (aktuella kostdata från ett flertal år tillbaka), den kost de äter nu samt frågor om kosten de åt i förfluten tid, så har dessa jämförelsestudier visat nedslående resultat. I många fall har det varit starkare samband mellan den kost de minns de åt i förfluten tid och den kost de äter nu jämfört med den kost de faktiskt åt i förfluten tid (10-12). Detta visar att den kost de äter nu har stark inverkan på den kost de minns att de åt i förfluten tid.

5. BEARBETNING AV INSAMLAD DATA

Efter att kostdata är insamlat bearbetas det ofta så att matintaget görs om till energi- och näringsämnesintag. För detta krävs en livsmedelstabell, nu ofta i form av en programvara och en databas, i Sverige vanligtvis Statens Livsmedelsverks databas. Man väljer vanligtvis den nationella databasen, men det finns tillfällen då internationella databaser kan vara mer lämpliga. Ett sådant tillfälle är när man utför studier där olika länders data jämförs.

Finns inte grammängder registrerade i kostundersökningen krävs en omvandling av volymer till vikter, vilket kan vara ett tidsödande arbete. Beroende på programvarans kvalitet kan olika beräkningar utföras, såsom energifördelningen, måltidsmönster, måltidernas innehåll, livsmedelsfrekvenser, energi och näringsämnen per dag, måltid eller per 10 MJ. Kostdata kan även överföras till olika statistikprogram för vidare statistisk bearbetning och t.ex. jämförelse med andra data såsom kliniska fynd och laboratorievärden.

6. DATANIVÅER

Med datanivå menas vad man kan uttala sig om kostintaget från en kostundersökning med avseende på hur väl det beskriver individens eller gruppens intag. Det finns fyra nivåer, som beskrivs nedan (13).

6.1. Datanivå 1. Genomsnitt av gruppens konsumtion.

Vill man enbart veta genomsnittet i gruppen utan någon sann fördelning, så kan man stanna på datanivå 1. Det är få undersökningar som nöjer sig med att stanna på denna nivå eftersom man får relativt lite information. T.ex. kan informationen användas vid enkla kartläggningsundersökningar, att jämföra olika grupper och att för att se effekten av en intervention.

När man talar om grupp kan det vara intressant att veta hur stor denna grupp ska vara för att genomsnittet ska vara pålitligt. Detta är avhängigt av vilka livsmedel eller näringsämnen man önskar få information om, pålitlighetsgraden och hur homogen gruppen är. Vanligtvis brukar en grupp på cirka 50 personer vara tillräckligt stor för att ge ett rimligt säkert genomsnitt för energiintaget (2).

6.2. Datanivå 2. Genomsnitt och fördelning av gruppens konsumtion

På datanivå 2 får man veta gruppens genomsnitt samt fördelning inom gruppen. Man kan på denna nivå bestämma ”riskgruppernas” storlek, alltså hur många i den undersökta populationen som uppvisar ett speciellt konsumtionsmönster. Däremot kan man inte peka ut vilka enskilda individer som ingår i ”riskgruppen”.

På denna nivå befinner man sig på i många kartläggningsundersökningar, när man jämför intaget i två eller flera grupper samt i interventionsstudier. I interventionsstudier vill man få upplysningar som gör det möjligt att tolka resultatet, t.ex. om det bakom ett oförändrat medelvärde döljer sig en ändrad fördelning, eller om ett förändrat medelvärde beror på en förändrad fördelning i gruppen. Denna nivå används också till att värdera en grupps konsumtion i förhållande till officiella rekommendationer. Fördelningen av intaget i gruppen kan visa hur många personer som har ett betänkligt lågt eller högt intag. Man får alltså veta storleken på gruppen utan att för den skull få veta vilka individer det gäller.

6.3. Datanivå 3. Rangordning av individens konsumtion

Det är först på denna nivå, nivå 3, som man kan uttala sig om individens intag. Man rangordnar individerna efter intag av livsmedel eller näringsämnen. Därefter kan man, om man vill, indela individerna i olika kategorier, såsom tertiler, kvartiler eller kvintiler (se tabell 1). Ofta har man ett särskilt intresse för extremgrupper, t.ex. de med högst eller lägst intag. Man ska dock komma ihåg att intagen är relativa och inte absoluta. Rangordningsdata används i många sammanhang, särskilt i epidemiologiska undersökningar där man studerar samband mellan kost och sjukdom/hälsa.

Tabell 1. Antal dagar som behövs för att klassificera minst 80 % av individerna i korrekt tredjedel respektive femtedel och placera högst 1 % i rakt motsatt tredjedel respektive femtedel (14).

Variabel	Antal dagar	
	Tredjedelar	femtedelar
Energi	7	14
Protein	7	17
Fett	7	15
Fett (E%)	17	27
Kolhydrater	3	6
Alkohol	14	30
Vitamin C	14	30
Kalcium	5	12

6.4. Datanivå 4. Individens absoluta konsumtion

Slutligen är vi på nivå 4, en skattning av individens absoluta konsumtion. Det kan dock diskuteras om vi någonsin kan erhålla det sanna intaget, alltså ett värde som är representativt för individen och mätt utan systematiska fel. Det är dock en dröm och ett mål att det är möjligt även om felkällorna är många i kostundersökningar. Folk som inte är insatta i kostundersökningsproblematiken tar dock ofta för givet att man alltid befinner sig på denna nivå, vilket kan missbrukas och misstolkas. Även om det är tveksamt om vi kan komma till denna nivå, är det dock klart att nivån kan uppnås för bestämda dagar (se tabell 2).

Denna kostdatanivå kan användas för flera ändamål. Det kan användas till att värdera enskilda personers intag i förhållande till rekommenderade intag. Det används också till att relatera kostintag till sjukdom/hälsa. För det tredje används denna nivå till att värdera effekter av en intervention.

Tabell 2. Antal dagar som behövs för att med 95 % sannolikhet uppnå en skattning inom ± 20 % av individens medelvärde för 80 % av individerna (14).

Variabel	Antal dagar
Energi	7
Protein	8
Kolhydrater	8
Fett	11
Fett (E%)	5
Alkohol	305
Tiamin	27
Vitamin C	53
Järn	13
Kalcium	29

7. ANTAL DAGAR FÖR ATT BESKRIVA INDIVIDENS KOSTINTAG

Det finns en ”normal” biologisk variation i kostintaget som beror på att vi inte äter lika dag-från-dag, äter olika under arbete och fritid, äter olika beroende på årstid etcetera. Det finns också en artificiell variation i kostintaget som beror att själva mätproceduren producerar fel. Det kan bero på att livsmedelstabellerna visar på medelvärden istället för det verkliga värdet för livsmedlet, försökspersonernas bristande motivation, glömska och felbedömningar etcetera. Intervjuaren och födoämnesmodellerna kan också producera fel.

Vi har alltså en variation i kostintaget som vi måste ta hänsyn till när vi vill karaktärisera en individs kostintag med hjälp av en nu-kost metod. När man ska bestämma hur många dagar man behöver för att beskriva en persons kostintag är det några frågor man först måste besvara.

- Vad ska jag ha undersökningen till?
- Vilka näringsämnen är jag intresserad av?
- Hur stor precision vill jag ha?
- Hur homogen är populationen?

Se tabell 1 och 2 för information om hur många dagar man behöver för att komma på datanivå 3 (ranking) respektive 4 (absoluta intag). För att räkna ut antal dagar för att beskriva individens kostintag, som gjort i tabellerna 1 och 2 finns det formler. För att ranka individen med given precisionsgrad, såsom i tabell 1, används följande formel (15).

$$n = r^2 / (1 - r^2) * (SD_w^2 / SD_b^2)$$

n = antal dagar

r = rangkorrelationskoefficienten för sanna och uppmätta värden

SD_w = standardavvikelsen inom individen (intra-individuell variation eller dag-till-dag variation)

SD_b = standardavvikelsen mellan individer (inter-individuell variation)

För att räkna ut antal dagar som representerar ett kostintag på individnivå, såsom i tabell 2, används följande formel (16).

$$n = [z^2 * (CV_w / 100)^2] / D^2$$

n = antal dagar

z = konstant för olika konfidensintervall (1,96 för 95 %)

CV_w = variationskoefficient för variationen inom individen (intra-individuell variation eller dag-till-dag variation)

D = procentuell avvikelse av stickprovsmedelvärdet från det individuella sanna värdet för "normalt" kostintag (vanligtvis okänt). Detta värde sätts ofta till 20 % (0,20).

8. VALIDERING AV KOSTUNDERSÖKNINGAR

Validitet kan definieras som att man mäter det man vill mäta, dvs. sanningen. När det gäller kostundersökningar har man valida kostdata när personen äter (eller ätit) som den brukar göra och registrerar (eller rapporterar) detta. Problemet inom kostundersökningsområdet är att det finns inga absoluta sanningar att jämföra kostintaget med. Alla referensmetoder har sina fel och brister, även om det finns kvalitetsskillnader dem emellan. Det är dock viktigt att ha en valid metod för att man ska kunna upptäcka samband mellan kostfaktorer och sjukdom.

Ett stort problem med valideringsstudier, som uppstår när studien är klar, är om metoden man validerat och tänkt använda i sin huvudstudie är tillräckligt bra för att användas. Med andra ord, när kan metoden anses vara valid (eller tillräckligt bra)? Det finns tyvärr inga fasta svar på den frågan. Det finns fyra alternativ. 1. Använd metoden. 2. Överge metoden och finn en alternativ metod för att mäta kostexponeringen. 3. Modifiera metoden med utgångspunkt från resultaten från valideringsstudien utan reevaluering. 4. Gör om metoden och validera den nya metoden. I praktiken finns det oftast inte ekonomiska eller tidsmässiga möjligheter att använda sig av det fjärde alternativet.

8.1. Relativ validering

Vid relativ validering jämförs en metod med en annan metod, vanligtvis en mer omfattande referensmetod. Man kan sedan mäta avvikelsen mellan test- och referensmetod med hjälp av nedanstående metoder. Det ligger dock utanför detta kompendiums syfte att beskriva och förklara de statistiska metoder som används vid metodjämförelserna. För en mer utförlig beskrivning hänvisas till statistikböcker men främst till referens 17.

8.1.1. Jämförelse av medelvärden och medianer

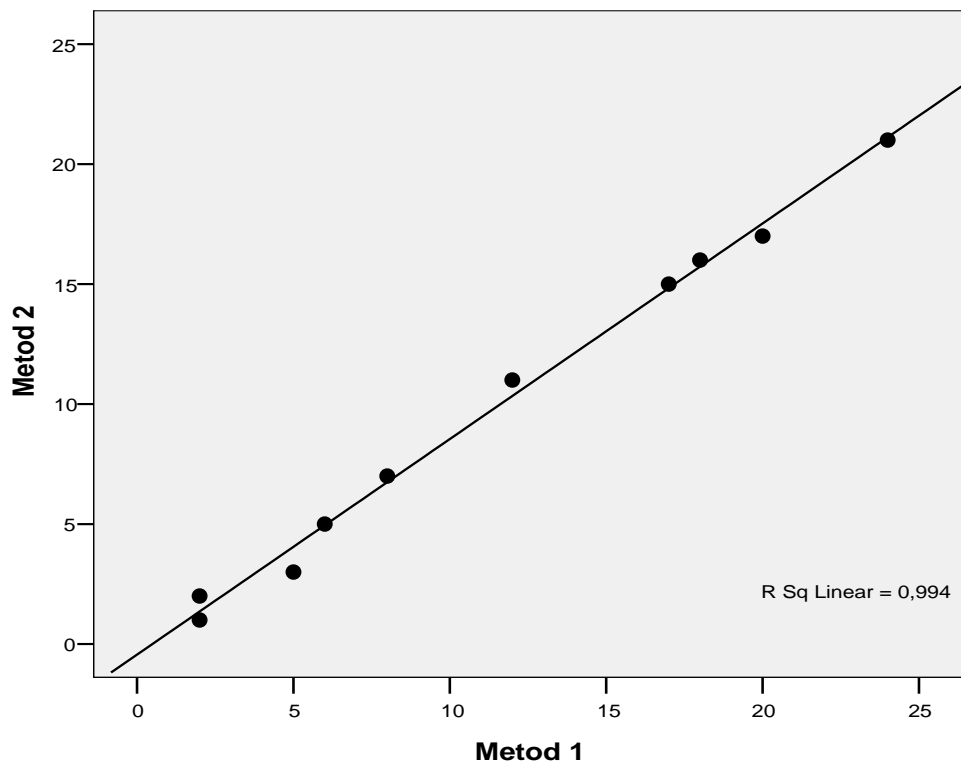
Den enklaste jämförelsen är en icke-parad jämförelse, dvs. en jämförelse av gruppgenomsnittet och standardavvikelser eller medianer och percentiler. Man kan också lägga till skillnad mellan mätningarna inom individerna, en så kallad parad jämförelse. Jämförelse mellan test- och referensmetod för energi och näringsämnen kan studeras med hjälp av Student's t-test (eventuellt efter logtransformering). Vid jämförelse av livsmedel, där fördelningen ofta inte är normalfördelad, så är icke-parametriska test mer lämpliga.

8.1.2. Regression och korrelation

Korrelationskoefficienten r är ett mått på det linjära sambandet mellan två variabler. Man kan lägga in de två metoderna man jämför i ett spridningsdiagram (en scatter plot) och lägga till en regressionslinje. En korrelationskoefficient kan erhållas, som ger en värde mellan -1 och $+1$ som mått på sambandet mellan metoderna, där 0 visar på inget samband och $+1$ på ett perfekt samband mellan metoderna. Värdet på r är positivt om en tänkt linje genom punkterna lutar uppåt och negativt om den lutar nedåt. **Pearson** är den ”vanliga” korrelationskoefficienten och används vid normalfördelade material. Den kallas även produktmomentkorrelationskoefficienten. **Spearman** är en ickeparametrisk variant och kallas även rangkorrelation. Mätvärdena ersätts i det senare fallet med sina rangtal och korrelation mellan dessa beräknas.

En nackdel med korrelationskoefficienten är att man bara ser en aspekt av sambandet. Trots att man har en hög korrelationskoefficient, r , kan testmetoden mäta något annat än referensmetoden. Problemet är att r kan vara högt, men lutningen på linjen visar att metoderna inte mäter samma sak. Enbart ett högt r visar alltså inte på hög validitet. I figur 1 ser man att r^2 , determinationskoefficienten, är hög, $0,99$, men att generellt sett så är det högre värden för metod 1. I extremfall kan det vara i stort sett en lodrät eller vågrät linje, som alltså ger ett högt r , men visar att metoderna inte mäter samma sak. En annan nackdel med korrelationskoefficienten är att om två metoder visar sig vara lika bra, dvs. mäter samma sak, men det finns i stort sett ingen spridning i intaget så blir r lågt, trots att alltså bra samband finns.

På grund av ovanstående problem med korrelationskoefficienten har en del författare föreslagit att man ska använda en så kallad **intra-klass korrelation** istället (17). Intra-klasskorrelationskoefficienten tar hänsyn både till graden av samband och storleken på skillnaden inom par.



Figur 1. En tänkt jämförelse mellan två kostundersökningsmetoder, metod 1 och 2, där individernas intag med respektive metod lagts in, samt en regressionslinje där r^2 finns indikerat i nedre högra hörnet.

8.1.3. Fraktiljämförelser

Ett annat sätt för relativ validering är att utföra en fraktiljämförelse mellan två eller flera metoder, vanligtvis tertil-, kvartil- eller kvintiljämförelse. Vid dessa jämförelser börjar man med att rangordna intaget från lägsta till högsta intag och sedan dela in intaget i fraktiler. Man jämför sedan hur stor procentandel som hamnar i samma fraktil respektive i rakt motsatt fraktil. Se tabell 3 och 4, där en kvartilindelning enligt Bingham et al. har utförts (18). I tabell 3 önskar man erhålla värden så nära 100 % som möjligt och i tabell 4 önskar man erhålla värden så när 0 % som möjligt.

Tabell 3. En tänkt jämförelse av procentuell klassificering av resultaten från fyra kostundersökningsmetoder i samma kvartil i fördelningen av energi och näringsämnen i relation till en 16 dagars vägd registrering utförd av 150 kvinnor i 50-65 års ålder.

	Kosthistorisk intervju	24-timmars intervju	FFQ1	FFQ2
Energi	82	61	47	58
Protein	52	58	64	49
Kalcium	47	41	49	46
Fiber	39	58	51	41

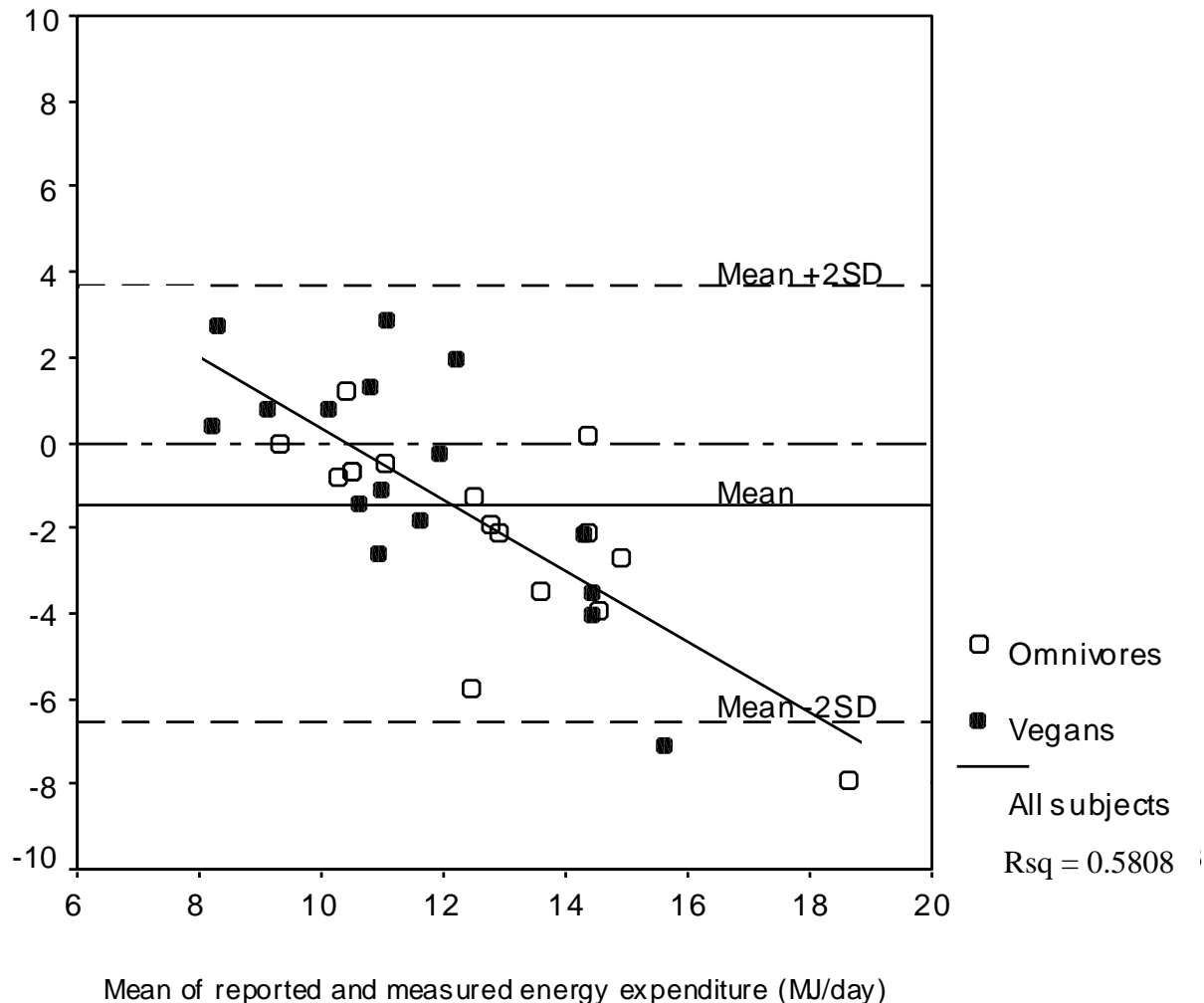
Tabell 4. En tänkt jämförelse av procentuell felklassificering av resultaten från fyra kostundersökningsmetoder i rakt motsatt kvartil av fördelningen av energi och näringsämnen i relation till en 16 dagars vägd registrering utförd av 150 kvinnor i 50-65 års ålder.

	Kosthistorisk intervju	24-timmars intervju	FFQ1	FFQ2
Energi	2	6	4	8
Protein	0	1	6	9
Kalcium	7	4	9	6
Fiber	3	8	1	4

8.1.4. Bland-Altman analys

En metod som på senare år fått stor genomslagskraft när det gäller att jämföra två metoder med varandra är den så kallade Bland-Altman analysen (19). Metoden går ut på att man utför en parvis jämförelse mellan metoderna där skillnaden mellan metoderna plottas mot medelvärdet för metoderna (se figur 2). Denna typ av figur visar storleken på skillnaderna och en eventuell trend från låga till höga medelvärden. Figur 2 visar att vid låga medelvärden så är de rapporterade energiutgifterna (Energy Expenditure = EE) höga och vid höga medelvärden så är rapporterade EE låga. Detta i jämförelse med uppmätta EE. Det verkar alltså som att metoden för att mäta EE vid låg fysisk aktivitet överskattar den fysiska aktiviteten och vid hög fysisk aktivitet så underskattas den fysiska aktiviteten (flat slope syndrome). Man kan alltså här se både skillnader mellan metoderna och en trend från låga till höga medelvärden. Man får dock använda sitt eget omdöme och utgå från sin kunskap om metoderna som jämförs när man analyserar figuren. I detta konkreta fall vet man att den dubbelmärkta

vattenmetoden (DLW-metoden) är den bästa metoden för att mäta energiomsättningen (se kapitel 9.3.1).



Figur 2. Difference between reported (during physical activity interview) energy expenditure (EE) and measured (by the doubly labelled water method). EE plotted against the mean of the reported EE and measured EE in 16 omnivores and 16 vegans. The solid horizontal line represents all subjects ($r^2 = 0.5808$). Negative values for the difference indicate that reported EE was lower than measured EE, $r = 0.762$, $P < =0.005$. Linear regression Equation: $y = 8.661 - 0.833x$. Figuren är hämtad från referens 20.

8.2. Observation

Med observation menas att man observerar vad försökspersoner äter. Det är dock sällan man kan göra en direkt observation. Det är oftast vid speciella tillfällen som det är möjligt, såsom när patienter är inlagda på en vårdavdelning, på förskolan, i ett fängelse, etcetera. Det är även vid sådana tillfällen svårt att täcka hela dygnet med observation, utan det blir främst vid måltider som det är möjligt. Användbarheten av denna typ av validering är därför begränsad.

8.3. Biologiska markörer för kostintag

En biologisk markör för kostintag är en markör i någon ”vävnad” som ger ett förutsägbart svar på ett givet kostintag. Vävnad ska i detta sammanhang ses i vid bemärkelse och kan vara blod, urin, fettväv, faeces, hår, naglar m.m. Biologiska markörer för kostintag kan användas:

- Som markör för ett kostintag, alltså istället för att utföra en kostundersökning.
- För att validera kostundersökningar.

Kraven på en biologisk markör är:

- Kunna mätas i urin, blod etc.
- Relationen intag – markör ska vara samma över hela skalan och således uppvisa ett linjärt dos-respons samband. Den ska alltså inte mäta nutritionsstatus.
- Relationen ska inte förändras vid sjukdom, stigande ålder etc.
- Reflektera den relevanta tidsperioden.
- Uppvisa ingen interindividuell skillnad.
- Uppvisa samma svar oavsett livsmedelskälla.
- Uppvisa samma svar oavsett matlagningsmetod.

Alla markörer är dock inte optimala. Vissa har begränsningar och gäller bara under vissa förutsättningar. För- (+) och nackdelar (-) med biologiska markörer är:

+ Reflekterar ett sant kostintag. I bästa fall visar de på ett sant kostintag, om man skött insamling och analys på ett riktigt sätt. Man kan åtminstone säga att de visar på ett kostintag som är oberoende av uppgifter från försökspersonen.

+/- Reflekterar en relevant tidsperiod. Det beror på vilken tidsperiod man är ute efter. Energivalidering med DLW reflekterar de senaste två till tre veckorna. Proteinvalideringen reflekterar ungefär den senaste veckan. Fibervalideringen reflekterar de senaste dagarna. Vitamin C i plasma reflekterar ungefär den senaste månaden, i helblod de senaste tre månaderna och i leukocyter de senaste fyra månaderna.

+/- Precision. Det beror på vilken tidsperiod man är ute efter.

- Markörer inte alltid tillgängliga. Markörer finns inte för alla näringsämnen och livsmedel. Ibland är risken att man mäter nutritionsstatus istället för kostintag.

- Inga markörer för mat och livsmedel. Inom en snar framtid kan detta dock komma att förändras eftersom arbete pågår med att utveckla nya markörer, t.ex. för frukt och grönsaker (se kapitel 8.4).

- Dyrt. Vissa markörer är dyra, t.ex. energi med DLW-metoden som i dagsläget kostar cirka 7000 kronor per person. Det finns dock en del billiga markörer såsom för natrium och kalium.

- **Dålig följsamhet.** Det finns risk för dålig följsamhet eftersom det för vissa markörer krävs att man samlar in kompletta 24-timmars urinprover, samlar faecesprover över flera dygn osv. Detta gör att det kan vara svårt att få ett slumpmässigt urval av befolkningen.

+ **Bra följsamhet.** Vissa försökspersoner kan känna sig utvalda och viktiga när prover ska tas, såsom blodprover. Därför kan följsamheten öka när man använder biologiska markörer.

De markörer som antingen reflekterar intaget på ett bra sätt, är vanligt förekommande eller enkla att använda presenteras nedan. Fler biomarkörer finns presenterade i referens 21. De är dock oftast inte lika enkla, vanliga eller bra, som de här nedan beskrivna.

8.3.1. Energi

Energiintaget är ett surrogatmått för det totala kostintaget och kan därför anses som den viktigaste valideringen, speciellt eftersom en underskattning av energiintaget resulterar med största sannolikhet i en underskattning av en stor mängd näringsämnen som är relaterade till det totala kostintaget. Detta kan t.ex. leda till en överskattning av andelen människor med brist på ett specifikt näringsämne. Eftersom validering av energiintaget bygger på en jämförelse med energiutgifterna så ska numera en skattning av energiutgifterna ingå i en kostundersökning (22). Se även kapitel 8.3.1.3. Goldbergs cutoff.

8.3.1.1. Den dubbelmärkta vattenmetoden

Valideringen av energiintaget med den dubbelmärkta vattenmetoden (DLW-metoden) har använts på människa sedan 1986 och är en validering av energiomsättningen som bygger på att personen är i energibalans, det vill säga att energiintaget (EI) är lika med energiutgifterna (EE) (23-25). Ekvationen $EI = EE + \text{förändringar i kroppsförråd}$ ska gälla. Under den tid en kostundersökning pågår utgår man ifrån att kroppsvikten är konstant, alltså att $EI = EE$ gäller. För försökspersonerna innebär metoden att individerna ges en noggrant uppvägd dos $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ (dubbelmärkt vatten) och uppmanas därefter att ge ett antal urinprov (inte dygnsvolym) de närmaste två till tre veckorna. Man räknar sedan ut hur snabbt de två isotoperna försvinner från kroppen. Metoden är enkel att utföra för försökspersonerna, dock dyr och relativt krävande för försöksledarna. Metoden beskrivs mer utförligt i referenserna 24 och 25.

För att kunna identifiera felrapporterare måste man definiera ett konfidensintervall för valida rapporteringar. En EI:EE kvot på 1,00 (eller 100 %) är att förvänta, men variationer i EI och EE är naturliga och man har därför bestämt sig för ett 95%-igt konfidensintervall (95% CL) för valida data enligt formeln:

$$95\% \text{ CL} = 2 * \sqrt{[(CV_{wEI}/d) + CV_{wEE}^2 - 2r \times (CV_{wEI}/d) \times CV_{wEE}]} \quad (23)$$

En enklare variant av denna formel används också:

$$95\% \text{ CL} = 2 * \sqrt{[(CV_{wEI}/d) + CV_{wEE}^2]} \quad (22)$$

I formeln står CV_{wEI} för inomindividvariationskoefficienten för variationen i dagligt energiintag (23 %), d är antal kostregistreringsdagar, CV_{wEE} inomindividvariationskoefficienten för variationen i upprepade DLW-EE (8,2 %) och r är korrelationen mellan EI och EE (0,425). Siffror för att kunna använda formeln samt motiveringar till de valda siffrorna finns i referens 23. Som exempel på tillämpning av formeln för en 7-dagars kostregistrering så accepteras $\pm 18\%$ för en valid kostregistrering.

Exempel på validering med dubbelmärkt vatten (PAL_{mea} respektive EE_{mea}) av energiintag mätt med kosthistorisk intervju (FIL respektive EI_{rep}) och rapporterade energiutgifter med en fysisk aktivitetsintervju (PAL_{rep}) ges i tabell 5 och 6. FIL och PAL kan ersättas med EI respektive EE genom att multiplicera FIL respektive PAL med BMR . $FIL = EI/BMR$. $PAL = EE/BMR$. BMR är basalmetabolismen, som ungefär kan definieras som den energi som åtgår när man ligger på en säng i 24 timmar. BMR kan mätas eller uppskattas genom olika former. Formlerna bygger ofta på uppgifter om kön, ålder, vikt och längd.

Tabell 5. Validation of reported energy expenditure and energy and protein intakes using the doubly labeled water method and 24-h urine collections. The results are presented as mean values \pm standard deviation of 16 vegans and 16 omnivores in Umeå, 1997-1998. Tabellen är hämtad från referens 20.

VALIDATION DATA	FEMALES		MALES	
	Vegans (n=7)	Omnivores (n=7)	Vegans (n=9)	Omnivores (n=9)
BMR_{est} ^{1, 2, 3}	6.78 \pm 0.63	6.11 \pm 0.50	7.43 \pm 0.44	7.68 \pm 0.48
FIL ^{3, 4}	1.16 \pm 0.34	1.69 \pm 0.48	1.58 \pm 0.24	1.71 \pm 0.29
PAL_{rep} ^{5, 6}	1.48 \pm 0.11	1.66 \pm 0.09	1.61 \pm 0.17	1.68 \pm 0.16
PAL_{mea} ^{3, 6, 7}	1.41 \pm 0.22	1.84 \pm 0.44	1.87 \pm 0.39	2.05 \pm 0.33
FIL⁴ / PAL_{mea}⁷	0.84 \pm 0.25	0.92 \pm 0.19	0.87 \pm 0.19	0.85 \pm 0.16
PAL_{rep}⁵ / PAL_{mea}^{3, 7}	1.08 \pm 0.21	0.93 \pm 0.15	0.89 \pm 0.17	0.83 \pm 0.10
[N_{rep} x 0.81] / N_{mea}⁸	0.78 \pm 0.15	1.02 \pm 0.11	1.01 \pm 0.22	0.99 \pm 0.14 ⁹

The 2-factor ANOVA was employed with diet and sex as the two factors for statistical comparisons between groups with different diets and sex.

¹ Estimated Basal Metabolic Rate (MJ) based on age, gender and weight.

² Significant interaction effect of diet and sex (p<0.05).

³ Significant main effect of sex (p<0.05).

⁴ Reported Food Intake Level = reported energy intake divided by estimated basal metabolic rate.

⁵ Reported Physical Activity Level = reported energy expenditure divided by estimated basal metabolic rate.

⁶ Significant main effect of diet (p<0.05).

⁷ Measured Physical Activity Level = measured energy expenditure divided by estimated basal metabolic rate.

⁸ 81% of reported nitrogen intake divided by measured nitrogen excretion in urine.

⁹ n = 8

8.3.1.2. Andra indirekta metoder

DLW-metoden är den mest exakta metoden att mäta EE, men den är tyvärr mycket dyr och kräver stor specialkunskap för att kunna användas. Därför används även andra metoder för att skatta EE, såsom hjärtfrekvensmätningar, accelerometrar, pedometrar, fysiska aktivitetsintervjuer, fysiska aktivitetsregistreringar samt olika former av längre och kortare fysiska aktivitetsformulär (26-30). Dessa metoder, som alla har sina fördelar, fel och brister, beskrivs inte här, men för en översikt hänvisas till referenserna 26 och 27.

8.3.1.3. Goldbergs cutoff

”The Goldberg cutoff technique” har inte fått någon bra svensk översättning utan man försvenskar det bara en aning till ”Goldbergs cutoff”, egentligen Goldbergs cutoff för EI:BMR (energiintaget/basalmetabolismen) (31). Grundprincipen är att man jämför FIL (EI:BMR) med PAL (Physical Activity Level = EE:BMR) där man lägger till ett konfidensintervall och säkerhetsmarginaler för variationen i basalmetabolism, kostintag och fysisk aktivitet. Se formel nedan (32). BMR kan mätas med direkt eller indirekt kalorimetri, men uppskattas oftast från formler, som bygger på ålder, kön och kroppsvikt (och ibland längd) (33). Goldbergs cutoff, som är en relativt vanlig metod för att identifiera felrapportering av energiintaget, är naturligtvis ingen biologisk markör, utan bygger på att man har en markör för PAL, som är ett surrogatmått för EE.

Goldbergs cutoff för FIL = PAL x exp [SD_{min} * (S/100)/√n]

$$S = \sqrt{(CV_{wEI}^2)/d + CV_{wB}^2 + CV_{tP}^2}$$

PAL ska mätas eller uppskattas så noggrant som studien medger. exp betyder ”e upphöjt i”, SD_{min} är -2 för det nedre 95 % konfidensintervallet och +2 för det övre 95 % konfidensintervallet. CV_{wEI} är inomindividvariationen i energiintag (23 %), d är antal kostundersökningsdagar, CV_{wB} är variationen i basalmetabolismen 4 % för uppmätt BMR och 8,5 % för uppskattat BMR, CV_{tP} är mellanindividvariationen i den fysiska aktiviteten (15 %). Siffrorna i ekvationerna diskuteras i referens 32.

8.3.2. Protein

Kväve i urin som biologisk markör för proteinintaget har föreslagits redan 1924 (34). Valideringen bygger på ”nutritionslagar” som sattes upp för över hundra år sedan (1898) av Langworthy och som i stort sett fortfarande gäller.

- All kväve fås via maten, alltså ingen via atmosfären.
- All kväve utsöndras via urinen och faeces, ingen i gasform.
- Djur anpassar sig själva till kvävebalans, där intag och utgifter är lika.
- Kroppen kommer i kvävebalans på olika nivåer av proteinintag.
- Som energikälla kan de olika näringsämnen ersätta varandra och teoretiskt sett och inom vissa ramar, är det oväsentligt vilket näringsämne som försör kroppen med den nödvändiga energin.

Proteinvalideringen bygger alltså i stort sett på att man är i kvävebalans och att man använder sig av fullständiga 24-timmars urininsamlingar (35). Man måste också kompensera för extrarenala kväveförluster, främst faecesförluster. År 1980 föreslog Isaksson en formel för proteinvalidering (36):

$$\text{Protein}_U = 6,25 * (N_u + 2)$$

Protein_U står för proteinintaget enligt valideringsmetoden, 6,25 är omvandlingsfaktorn för att räkna ut protein från kväve och bygger på en blandad kost. Faktorn avser kväveinnehållet i proteiner. Omvandlingsfaktorn 6,25 kan behöva ändras om man ska validera ”extrema” kosten, såsom vegankost m.m. Faktorn 2 står för extrarenala kväveförluster.

Fem år senare, 1985, publicerade Bingham och Cummings en studie där man på ett noggrant sätt testade proteinvalideringsmetoden (35). Man kom då fram till formeln:

$$N_u/N_d = 0,81 \text{ eller } \text{Protein}_u = 7,72 \times N_u$$

N_d står för kväve i kosten (nitrogen in diet). Formeln visar att 81 % av intaget kväve utsöndras i urinen. Skillnaden mellan Isakssons och Binghams metoder är att den extrarenala kväveutsöndringen är en konstant i Isakssons formel, 2, men en andel i Binghams ekvation (81 %). Exempel på protein(kväve)validering finns i tabellerna 5 (20) och 6 (38), där kvoterna ska vara 1,00 för att visa på valida data. Kvoter under 1,00 indikerar underrapportering och kvoter över 1,00 på överrapportering.

Likaväl som det finns en daglig variation i proteinintaget, så finns det en variation i kväveutsöndringen via urinen, dock inte lika stor som i proteinintaget (35). Bingham och Cummings visade att det behövdes 18 dagar för en kostundersökning och 8 dygn för 24-timmarsurininsamlingar för att skatta protein(kväve)intaget till $\pm 5\%$ av det normala proteinintaget respektive kväveutsöndringen (35). De föreslår därför en insamling av åtta 24-timmars urinprover för att validera proteinintaget på individnivå, även om färre dagar har förekommit, beroende på vilken precision man vill uppnå och vad som är praktiskt möjligt i respektive studie (20).

Eftersom det krävs mycket av försökspersonerna när man vill samla in åtta kompletta 24-timmars urininsamlingar, så har man försökt att validera proteinintaget med morgonurin istället. Detta har inte lyckats (37). Det krävs dessvärre kompletta 24-timmars urininsamlingar, vilket även gäller för natrium- och kaliumvalidering (21), och troligtvis för alla valideringstekniker som bygger på 24-timmarsurininsamlingar, även om detta inte är undersökt för alla biologiska markörer.

Tabell 6. Validation of reported intake of energy, nitrogen, sodium, and potassium in 30 vegans and 29 omnivores using the doubly labeled water method and 24-h urine collections, in Umeå, Sweden 1997–1998^a. Tabellen är hämtad från referens 38.

VALIDATION DATA	FEMALES		MALES	
	Vegans (n=15)	Omnivores (n=15)	Vegans (n=15)	Omnivores (n=14)
EI_{rep}/EE_{mea}^b	0.84 ± 0.25	0.92 ± 0.19	0.87 ± 0.19	0.85 ± 0.16
$[N_{rep} \times 0.81]/N_{mea}^c$	1.00 ± 0.32	0.98 ± 0.13	1.14 ± 0.27	1.04 ± 0.14
Na_{rep}/Na_{mea}^d	0.78* ± 0.42	1.02 ± 0.21	1.02 ± 0.32	1.15 ± 0.26
$[K_{rep} \times 0.73 \text{ or } 0.77]/K_{mea}^e$	0.90 ± 0.30	0.88 ± 0.19	1.02 ± 0.27	0.92 ± 0.18

^a Data are presented as means ± SD. The Mann-Whitney U-test was used for statistical comparisons between groups with different diets.

^b Reported energy intake (EI_{rep}), of 32 subjects (16 vegans, 16 omnivores and 44% females) divided by energy expenditure (EE_{mea}), as measured by the doubly labeled water method (13).

^c Reported nitrogen intake (N_{rep}) times the urine excretion factor of nitrogen 0.81 (11) divided by measured nitrogen in urine (N_{mea}).

^d Reported sodium intake (Na_{rep}) divided by measured sodium in urine (Na_{mea}).

^e Reported potassium intake (K_{rep}), timed the urine excretion factor of potassium 0.73 for vegans and 0.77 for omnivores (15), divided by measured potassium in urine (K_{mea}).

* Significantly different from the data on female omnivores ($P < 0.05$).

8.3.3. Salt (natrium)

Utsöndring av natrium via urinen är ett bra mått på kostintaget (39). Faeces- och övriga förluster är minimala. I genomsnitt utsöndras 95-98 % av kostintaget via urinen. Vid valideringar brukar man därför approximera detta till att utsöndringen är lika med intaget. Tyvärr är inom-individvariationen i urinutsöndringen stor och det krävs åtta kompletta 24-timmars urininsamlingar för att validera natriumintaget på individnivå (40). Se tabell 6 för exempel på natriumvalidering.

8.3.4. Jod, fluor och klor

Urininnehållet överensstämmer nästan helt med intaget för dessa ämnen vilket gör de till bra markörer (21). De utsöndras snabbt i urinen så de reflekterar intaget över en kort tidsperiod (timmar till dagar). Ska man bestämma intaget för dessa ämnen kan det därför vara enklare att samla 24-timmars urininsamlingar istället för att utföra en traditionell kostundersökning. Detta gäller speciellt om man har livsmedelstabeller som inte är kompletta för dessa ämnen.

8.3.5. Selen

Urin är en relativt bra markör för selenintaget över en kort tidsperiod (timmar till dagar), dock inte lika bra markör som jod, fluor och klor (21). Plasma är något sämre markör och kräver en stor variation i intag. Hår och tånaglar har använts som markör för intag under längre

tidsperioder men får anses som relativt grova markörer. Man måste också ta hänsyn till eventuell kontaminering av hår via schampo.

8.3.6. Kalium

Urin är den dominerande utsöndringsvägen för kalium, där 10-30 % utsöndras via faeces (21). Ett problem med kaliumvalidering med 24-timmars urinprover är att kaliumutsöndringen i faeces ökar med ökat fiberintag (39, 41). När man validerar kaliumintaget måste man därför ta med korrektionsfaktorer för faecesförlusterna, som kan variera på grund av fiberintaget, t.ex. 0,77 för blandkostare och 0,73 för vegetarianer (42). Detta betyder att 77 % respektive 73 % utsöndras via urinen och 23 % respektive 27 % via faeces. Se tabell 6 för exempel på kaliumvalidering.

8.3.7. Fullständiga urininsamlingar

Validering av intaget av protein, natrium, jod, fluor, klor, kalium med flera ämnen bygger på att man har fullständiga 24-timmars urininsamlingar. En ofullständig dygnsinsamling gör att den biologiska markören inte blir valid. Tabell 7 visar att vid låga PABA-värden, som indikerar ofullständiga urininsamlingar, så ser det ut som om kostintaget är överrapporterat. Detta är dock endast en chimär som beror på att den biologiska markören visar ett för lågt värde och kvoten blir därmed för hög, eftersom den biologiska markören finns i nämnaren.

Det är tyvärr vanligt med ofullständiga urininsamlingar. I en studie, som sammanfattade flera studier, visade att i genomsnitt lämnade fyra av tio personer ofullständiga urininsamlingar, varav en studie visade att 71 % lämnade ofullständiga urininsamlingar (43). Detta åskådliggör på ett tydligt sätt att det är nödvändigt att man på ett objektivt sett kontrollerar för fullständigheten i urininsamlingarna. Gör man inte det så kan man inte vara säker på att man har en valid biologisk markör.

Tabell 7. The ratio "dietary intake according to the food record method or duplicate diet technique/dietary intake according to the biological marker" is presented in relation to the PABA recovery. The first group (55%) and the second group (90%) are the total group of women in the Swedish study divided into two PABA recovery groups (less than 70% and over 85%). The third group (A) is the total number of women adjusted for PABA recoveries under 85% up to 93% as described in this study. Tabellen är hämtad från referens 43.

Variable	Mean PABA recovery value		
	55%	90%	A
Protein¹	1.78	0.91	0.86
Protein²	1.14	0.90	0.85
Sodium³	1.19	0.88	0.84
Potassium⁴	1.15	0.87	0.82

¹ The protein intake according to the food record/protein intake according to urinary nitrogen, $6.25 \cdot (\text{nitrogen in urine} + 2)$.

² The protein intake according to the duplicate diet/protein intake according to urinary nitrogen, $6.25 \cdot (\text{nitrogen in urine} + 2)$.

³ The sodium intake according to the food record/sodium in urine.

⁴ The potassium intake according to the food record/potassium in urine and feces.

8.3.7.1. Kreatinin

Innan PABA-metoden (se kapitel 8.3.7.2) introducerades använde man sig av kreatinin som markör för kompletta urininsamlingar (41). Kreatininutsöndringen i urin beror både på kreatininintaget, främst från kött, och endogen kreatininproduktion. Man kom i referens 41 fram till att kreatininutsöndringen i urin inte är en pålitlig markör för fullständiga urininsamlingar. Det beror på att variationen i kreatininutsöndringen är så stor att man på individnivå har svårt att uttala sig om fullständigheten i urininsamlingarna. I referens 44 fann man att av 21 inkompleta urininsamlingar så skulle bara 3 ha upptäckts med kreatininmetoden. En studie visade till och med på det extrema resultatet att den grupp med högst urinvolym hade lägst kreatininutsöndring (45).

8.3.7.2. PABA

Para-amino benzoic acid (PABA) har använts sedan 1983 för att kontrollera att man har fullständiga 24-timmars urininsamlingar (46). Metoden bygger på att man tar tre tabletter med 80 mg PABA jämnt fördelat över dagen, vanligtvis vid frukost, lunch och middag. PABA utsöndras sedan kvantitativt i urinen under insamlingsdygnet. Man har räknat ut en statistisk gräns på 85 % PABA recovery som gräns för kompletta urininsamlingar för den kolorimetriska metoden (43) och 78 % för HPLC-metoden (47). Man känner inte till några sidoeffekter eller farmakologiska effekter av PABA och inte heller några effekter av överdosering eller läkemedelsinteraktioner. Det i stort sett enda stora kända problemet är att läkemedel innehållande paracetamol detekteras som PABA i den kolorimetriska analysmetoden. Därför måste man fråga försökspersonerna vilka läkemedel de använder, annars riskerar man att få falskt höga PABA-värden. Det är dock oftast så höga värden, långt

över 100 %, att man lätt kan upptäcka dessa läkemedelsanvändare. Ett annat sätt att lösa problemet är att använda sig av en nyare HPLC-metod där paracetamol inte detekteras som PABA (47).

8.3.7.2.1. PABA-kompensationsmetod

Innan den metod som nu ska beskrivas introducerades så kastades inkompleta urininsamlingar (PABA recovery <78 % (41) respektive < 85 % (46)). Man förlorade då en viktig del av sitt stickprov, troligtvis de med lägst motivation. Eftersom det är så pass vanligt med inkompleta urininsamlingar, upp till 71 % i publicerade studier (43), så skulle en metod där man även kan använda sig av de inkompleta urininsamlingarna vara av stort praktiskt och ekonomiskt värde. Därför har en metod utvecklades för att kunna använda sig av inkompleta urininsamlingar (43) . Metoden bygger på linjär regression, där PABA-värden mellan 50 och 84 % kan kompenseras upp till en teoretiskt komplett urininsamling (93 %).

$$y = a + \beta * x$$

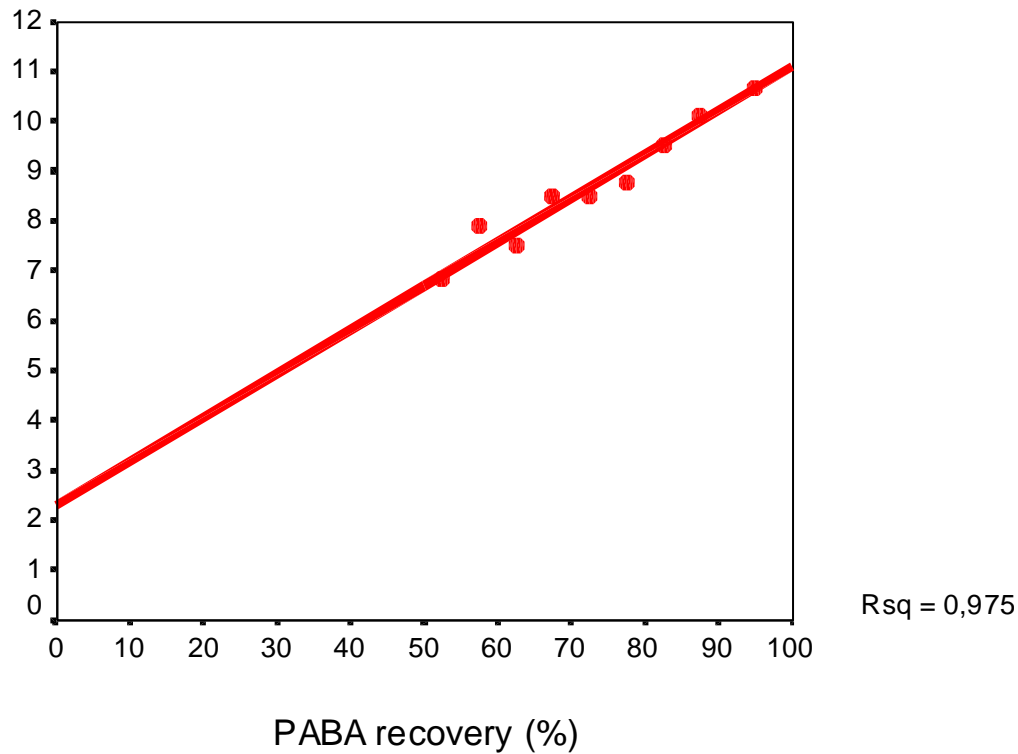
y är ämnet i urin, i detta fall kväve, natrium eller kalium. a är ämnet i urin när PABA recovery är noll. β är kurvans lutning. x är värdet på PABA recovery (93 % minus det uppmätta värdet). Siffran 93 % kommer från Bingham och Cummings artikel, där de fann att de kompletta urininsamlingarna hade ett medelvärde på 93 % (46). Se figur 3 för den linjära regressionen tillämpad på kväve enligt referens 43. De linjära regressionsekvationerna för utsöndring av kväve, natrium och kalium i relation till PABA recovery är (43):

$$y = 2.3 + 0.088 * x \quad (r = 0.99)$$

$$y = 45 + 0.82 * x \quad (r = 0.87)$$

$$y = 19 + 0.60 * x \quad (r = 0.93)$$

Som tillämpning på ovanstående generella formel ges följande exempel med ett urinprov med 63 % PABA recovery och 14,5 g kväve. Den linjära regressionsekvationen ($\beta * x$) ger $0.088 * (93 - 63) = 2.6$ g. Alltså, det justerade kvävevärdet blir $14.5 + 2.6 = 17.1$ g.



Figur 3. The relationship between PABA recovery (%) and nitrogen output in urine (g/day). The PABA recovery values have been divided into five-percent intervals from 50% to 90% and one interval between 90% and 110%. The number of individuals for each PABA interval is 10, 12, 15, 13, 12, 19, 37, 63 and 131, respectively. The total n-value is 312. The correlation coefficient r is 0.99 when a weighted calculation is performed, i.e. all 312 values are taken into account in the regression analysis. Figuren är hämtad från referens 43.

8.3.8. Fiber

Faecesvikten ökar med ökat fiberintag och har visats av flera grupper. Cummings och medförfattare fann ett linjärt samband mellan faecesvikt och fiberintag och att i genomsnitt så ökade faecesvikten med 5 gram för varje gram NSP (non-starch polysaccharides) (48). Den linjära regressions ekvationen blir: $y = 5,3x + 38$, där y = faecesvikt och x = NSP-vikt.

Bingham fann att 1 gram fiber från blandade källor ökade faecesvikten med 3,5 gram (49), där den linjära regressions ekvationen blir: $y = 3,5x + 40$, där y = faecesvikt och x = fibervikt. Denna ekvation bygger på de engelska livsmedelstabellerna. Johansson och medförfattare modifierade denna ekvation för att passa svenska förhållanden: $\text{fiberintaget} = [(faecesvikt - 40)/3,5] \times 0,86$ (50). Siffran 0.86 står för anpassningen av de engelska livsmedelstabellerna till de svenska livsmedelstabellerna. Tabell 8 visar exempel på en fibervalidering, där man ser att fiberintaget från 0 till 12 månader enligt kostundersökningen inte visar på samma resultat som fiberintaget enligt den biologiska markören (50).

Det stora problemet med fibervalidering är att det kräver faecesinsamling över flera dygn eftersom dag-till-dagvariationen är stor i frekvens och vikt, vilket gör denna validering oacceptabel i många sammanhang (se även kapitel 8.3.9 för validering av kadmium och bly). Helst ska också markörer för att kontrollera fullständiga faecesprover tas, såsom inerta radioopaka plastkulor som intas via munnen (51).

Tabell 8. Validering av fiberintaget före (0 månader) respektive 3, 6 och 12 månader efter en kostomläggning från blandkost till laktovegetarisk kost (n = 20). Resultaten presenteras som medelvärde ± 95 % konfidensintervall. Tabellen är hämtad från referens 50.

	0 månader	3 månader	6 månader	12 månader
Kost¹ (g/dag)	19 ± 1,5	31 ± 6,0	29 ± 5,2	28 ± 4,5
Biol^{2,3}	20 ± 7,4	37 ± 10	34 ± 9,7	27 ± 10
Kost¹/ Biol^{2,3}	0,96	0,83	0,86	1,06

¹ Fiberintag enligt kostundersökningen

² Fiberintag enligt den biologiska markören

³ Biol = $[(faecesvikt - 40)/3,5] \times 0,86$

8.3.9. Kadmium och bly

Kadmium och bly, liksom fiber är exempel på biomarkörer där fecesprover utgör grunden för markören. Cirka 85 % av intaget av bly och 95 % av kadmium utsöndras via faeces som därför kan användas som markör för intaget (52-54). Det är egentligen ingen validering av kostintaget utan ett sätt att mäta intaget eftersom kadmium och bly inte finns i livsmedelstabellerna eller i motsvarande databaser. Hade dessa tungmetaller funnits i databaser vore de inte bra att använda eftersom de skulle ge medelvärden och det är stor variation i innehållet av dessa ämnen i samma livsmedel. När det gäller dessa tungmetaller är det bara dubbelportionstekniken och faecesprover som kan användas för att mäta intaget. Faecesinsamlingstekniken är mindre dyrbar än dubbelportionstekniken och påverkar troligtvis inte matintaget i samma utsträckning som dubbelportionstekniken. Intaget av bly kan uppskattas som $Pb_{Faeces}/0,85$ och intaget av kadmium som $Cd_{Faeces}/0,95$ (54).

8.3.10. Vitamin C

En av de bästa vitaminmarkörerna är för vitamin C. Den är en relativt bra markör i plasma för intag mellan cirka 30 och 90 mg per dag (21). Vid låga intag är buffy coat en bättre markör än plasma. Buffy coat är det skikt bestående av vita blodkroppar och blodplättar som uppstår mellan röda blodkroppar och plasma vid centrifugering av helblod. Ett problem med vitamin C-validering är att ålder, kön, rökning, infektioner m.m. påverkar sambandet intag-markör. Därför bör vitamin C-validering ske inom en speciell grupp människor. Ett annat problem med vitamin C-markörer är att de är instabila och kräver därför att proven behandlas på ett speciellt sätt. Man använder vitamin C-markören hellre till att kategorisera människor i riskgrupper snarare än att ange ett specifikt vitamin C-intag. Ett exempel på ett användningsområde visas i tabell 9. Vitamin C är högre både via kostintaget och i plasma hos kvinnor jämfört med män (55). Skulle man alltså enbart vara intresserad av intaget av vitamin C kan man överväga om man enbart ska ta ett blodprov istället för att utföra en kostundersökning.

Tabell 9. Dagligt intag av vitamin C mätt med en 7-dagars dagbok och plasma vitamin C hos 1240 kvinnor och 877 män i Norfolk, England. Resultaten presenteras som medelvärden och standardavvikelser (55).

	Kvinnor	Män	P-värde
7-dagars dagbok (mg)	87 (48)	81 (47)	<0,01
Plasma ($\mu\text{mol/l}$)	58 (21)	47 (19)	<0,001

8.3.11. Fett och kolhydrater

Det finns inga markörer för vare sig totalt intag av fett eller kolhydrater.

8.3.12. Fettsyror

Fettsyravalideringen är ett exempel på en relativ validering (21). Man ser alltså inte det totala intaget utan enbart fettsyornas relation till varandra. Det betyder att om en fettsyra ökar, så måste med nödvändighet andra minska. Det är en procentuell fördelning av fettsyror som presenteras. De är alltså så kallade kvalitativa markörer, till skillnad från tidigare beskrivna kvantitativa markörer, där man kan skatta det absoluta intaget av ett ämne.

Vid fettsyravalidering är det viktigt att ta baslinjeprover för varje "vävnad" för att sedan kunna mäta en förändring. Detta för att den relativa andelen fettsyror varierar från vävnad till vävnad och mellan individer. När man använder fettsyror som biologiska markörer är det nödvändigt att ha en förståelse för fettsyrametabolismen och faktorer som kan påverka den. Fettsyror kan t.ex. syntetiseras endogent och förlängas. Tyvärr finns det inga, så vitt jag vet, studier som har undersökt sambandet mellan ett kontrollerat kostintag och motsvarande markör för fettsyror. Det finns bara studier som jämför rapporterat intag med biomarkörerna.

De bästa biologiska markörerna för fettsyraintag är de fettsyror som inte i så hög grad, eller inte alls syntetiseras i kroppen (56). Således brukar man finna relativt starka samband mellan

intag av linolsyra och andel linolsyra i vävnad. Även eikosapentaensyra (EPA) och dokosaheksaensyra (DHA) brukar visa relativt starka samband. Mättade fettsyror brukar visa relativt svaga men ofta signifikanta samband, framförallt myristinsyra, ofta palmitinsyra och stearinsyra. Beträffande oljesyra brukar man i svenska undersökningar helt sakna samband mellan uppskattad andel i kosten och i kroppen, troligen på grund av att halten i kroppen också i hög grad påverkas av endogen syntes. Transfettsyror brukar vara väl korrelerade med intag. Generellt sett är sambanden starkare till fettsyror i fettväv än till plasma eller erythrocyter, som omsätts snabbare.

”Vävnader” för de biologiska markörerna kan variera från olika fraktioner i blodprov till fettvävsbiopsier och de olika ”vävnaderna” reflekterar intaget över olika tidsperioder (se tabell 10).

Tabell 10. Tidsperiod som intaget reflekterar samt medium för de biologiska markörerna för fettsyraintag.

Tidsperiod	Medium
Timmar	Triglycerider i plasma
Dagar	Kolesterylestrar och fosfolipider i röda blodkroppar
Veckor	Cellmembraner hos röda blodkroppar och blodplättar
Månader eller år	Fettväv

8.4 Nya biologiska markörer för kostintag

Här presenteras några nyligen framtagna biologiska markörer för kostintag som kan bli mycket värdefulla och har potential att bli användbara inom en snar framtid.

8.4.1. Sackaros och fruktos

I två studier med 25 frivilliga i en metabolisk avdelning, var totalt sockerintag signifikant korrelerat till summan av sackaros och fruktos i urin ($r = 0,89$; $p < 0,001$; $r = 0,84$; $p < 0,001$) (57). I regressionsanalysen predikterade 100 mg sackaros och fruktos ett intag av ungefär 200 gram socker.

8.4.2. Tiamin

I samma två studier som i kapitel 8.4.1 var också tiamin i urin starkt korrelerat till intaget av tiamin ($r = 0,78$; $p < 0,001$; $r = 0,72$; $p < 0,001$) (57). I genomsnitt så utsöndrades 25 ± 8 % (range 11,9 till 41, 5 %) av tiaminintaget i urinen när försökspersonerna åt sin ”normala” kost. Tiamin finns i många olika typer av mat och tiamin i urin kan därför utgöra en värdefull

markör för tiaminintaget. Liknande lovande resultat presenterades vid samma konferens (58). Dessa resultat är mer lovande än de tidigare resultat som presenteras i referens 21.

8.4.3. Fullkornsprodukter av vete och råg

Alkylresorcinoler finns i den yttre delen av vete- och rågkärnan (59). Eftersom de enbart finns i fullkornsprodukter av vete och råg kan de utgöra biologiska markörer. Alkylresorcinoler tål matberedning, absorberas av människa och analysmetoder har utvecklats för mat, plasma och erythrocyter.

8.4.4. Frukt och grönsaker

Polyfenoler finns rikligt i frukt och grönsaker och har därför prövats som biomarkör för intag av polyfenoler samt frukt och grönsaker (60). Preliminära data tyder på att citruspolyfenoler korrelerar signifikant till intaget av apelsiner och apelsinjuice. Studien visade också att phloretin är en specifik markör för fruktintag och att isorhamnetin är en markör för grönsaksintaget. Kaempferol visade sig vara en specifik markör för intag av te.

9. FELRAPPORTERING

Den vanligaste felrapporteringen är underrapportering av kostintaget, vilket är ett stort problem inom nutritionsepidemiologin. Underrapporteringen är troligtvis en klart bidragande orsak till den förvirring som råder inom området kostfaktorers betydelse för hälsan. Black et al. visade i en studie att 64 % av de studerade kostregistreringarna, 88 % av 24-timmars intervjuerna och 25 % av de kosthistoriska intervjuerna visade på en underrapportering (låg under Goldbergs cutoff, se kapitel 8.3.1.3) (7). I en studie där den dubbelmärkta vattenmetoden användes (se kapitel 8.3.1.1) så visade nio av tio studier en bias mot underskattning (61). Detta trots att försökspersoner i en dubbelmärkt vattenstudie oftast utgör en högt motiverad och selekterad grupp.

Tabell 11 visar att det kan vara mycket vanligt med ”orimligt” låga energiintag, speciellt bland överviktiga personer (62). De FIL-värden som finns i tabellen ska jämföras med PAL-värden, vilka ska överensstämma om man har riktiga data på energiintag respektive energiutgifter. Det finns vissa grova riktvärden man kan utgå från vid värdering av FIL, såsom att PAL 1,2 motsvarar sänsliggande, 1,35 att vistas i en kalorimeter (ett litet rum, som man använt vid validering av energiomsättningen) vilket kan motsvara det lägsta PAL man kan ha vid ett ”normalt” fysiskt inaktivt liv, 1,5-1,8 som motsvarar en ”normal inaktiv västerländsk livsstil”. Kvinnligt kön och högt BMI har visat sig prediktera för underrapportering (63). En studie visade att de mest säkra sambanden med underrapportering är övervikt, viktmedvetenhet och bantning (61).

Tabell 11. Proportion (%) underreporters by 24-hour recalls after stratification for gender and BMI. Two cut-off levels were applied for FIL (food intake level equivalent to reported energy intake/estimated basal metabolic rate). Tabellen är tagen från referens 62.

Strata	Underreporters (%)	
	FIL<1.2 ^a	FIL<1.35 ^b
Gender		
Men (n=94)	44 ^{NS}	61 ^{NS}
Women (n=99)	47	72
BMI		
<25 (n=105)	32 ^{p<0.001}	53 ^{p<0.001}
25-30 (n=32)	56	79
>30 (n=16)	88	94

^a FIL<1.2 correspond to a PAL for a chair-bound or bed-bound person (survival limit).

^b FIL<1.35 correspond to a PAL for lowest possible free-living sedentary lifestyle.

p-values obtained with Chi²-testing among the groups. NS for non-significant.

Det har visat sig att kvalitén på kosten kan vara olika i grupper med olika energiintag (i förhållande till basalmetabolismen) vilket tabell 12 visar (62). Frågan inställer sig om dessa skillnader beror på att de faktiskt äter olika (som man vill tro) eller att det är fråga om olika rapporteringsförmåga av kostintaget (vilket man inte vill ska existera). Tyvärr har ett flertal studier visat att en viktig förklaringskälla är skillnader i rapporteringsförmåga mellan de olika grupperna. Det allvarliga i detta är att motsatta samband mot de verkliga kan uppstå om felaktiga kostdata används (64, 65).

Tabell 12. Composition of the diet at different level of FIL (food intake level equivalent to reported energy intake/estimated basal metabolic rate). Data are expressed as mean (SD). Tabellen är tagen från referens 62.

	FIL			ANOVA p-value
	<1.2 (n=88)	1.2-1.35 (n=40)	>1.35 (n=65)	
Energy (MJ)	6.2 (1.4) ^{a,b}	8.1 (1.4) ^{a, c}	10.3 (2.0) ^{b,c}	<0.001
Protein (g/10 MJ)	97 (15) ^a	92 (11)	86 (10) ^a	<0.001
Fat (g/10 MJ)	90 (11) ^a	93 (13)	97 (9) ^a	<0.01
Carbohydrates (g/10 MJ)	282 (27)	275 (35)	278 (29)	NS
Sucrose (g/10 MJ)	50 (20) ^a	45 (13) ^b	57 (16) ^{a,b}	<0.01

^{a, b} Numbers (within the line) sharing superscript differ significantly, by at least p<0.05, when tested with a multiple mean test (Tukey's test), applied after the ANOVA had indicated a significant difference among the groups.

Försök har gjorts med att fråga försökspersoner om de ändrat kostintaget. Detta visade att de som erkände att de ändrat kostintag och blev mer medvetna om vad de åt hade lägst

energiintag (FIL = 1,10) och de som erkände att de ändrat kostintag och tyckte att det var besvärligt att utföra kostundersökningen hade högst energiintag (FIL = 1,50) (66). De som sa att de inte ändrat kostintag hade FIL = 1,23. Detta tyder på att det inte är meningsfullt att fråga försökspersoner om hur bra de utfört kostundersökningen. Detta kan bero på psykologiska faktorer, som studerats av andra författare, bland annat Taren et al. (67). De visade att "social desirability" som ungefär kan översättas till att vara till lags har stor betydelse för rapporteringsförmågan. "Social desirability" predikterade för underrapportering och speciellt underrapportering av så kallade "socially undesirable food items". Författarna pekar på vikten av att intervjuarna anstränger sig så att de intervjuade känner sig bekväma med att rapportera dessa livsmedel såsom söta och feta mellanmål, godis och extra stora portionsstorlekar. Liknande resultat har erhållits där hälsosamma livsmedel har överrapporterats, såsom fullkornsprodukter, grönsaker och lättmjölk och inte hälsosamma livsmedel underrapporterats, såsom alkohol, söta och feta mellanmål (68). Dessa resultat tyder alltså på att underrapporteringen snarare är selektiv än generell, dvs. att allting underrapporteras inte lika mycket utan att viss mat underrapporteras medan annan mat inte underrapporteras eller till och med överrapporterats. Tabell 13 visar ett exempel på att fiber har överrapporterats i förhållande till energi, protein, natrium och kalium (69).

Tabell 13. Jämförelse av kvoten kostintag via kostundersökningen (Diet): kostintag via de biologiska markörerna för energi, protein, natrium, kalium och fiber (Biol) hos 34 kvinnor. Tabellen är hämtad från referens 69.

Variabel	Kvot Diet:Biol
Energi	0,84
Protein	0,80
Natrium	0,93
Kalium	0,83
Fiber	1,20

Ett flertal studier visar alltså att så kallade "socially undesirable food items" underrapporteras i högre grad än annan mat (62, 68, 70, 71). Poppitt och medförfattare visade också att måltider rapporterades relativt bra medan mellanmålen rapporterades sämre (se tabell 14) (71). Det verkar också vara så att rapporteringsförmågan är oberoende av metod så att en person som rapporterar dåligt med en metod gör det även med en annan metod, en så kallad "subject-specific bias" (22).

Tabell 14. Rapporterat i förhållande till uppmätt energiintag under och mellan måltiderna (snacks) hos 18 överviktiga och 15 icke-överviktiga kvinnor. Tabellen är hämtad från referens 71.

	Meals	Snacks	Total
Energy intake	96 %	64 %	86 %

Denna selektiva rapporteringsförmåga får naturligtvis konsekvenser för vilka livsmedel som rapporteras, men även på näringsämnen (se tabell 15). Dessa nu beskrivna studier plus många

andra visar att underrapporteringen vanligtvis är selektiv och inte generell, vilket får konsekvenser för hur man kan hantera underrapporteringar.

Tabell 15. Rapporterat I förhållande till uppmätt makronäringsämne hos 18 överviktiga och 15 icke-överviktiga kvinnor. Tabellen är hämtad från referens 71.

Makronäringsämne	Procent av uppmätt intag
Protein	101 %
Fett	91 %
Kolhydrater	80 %
Alkohol	73 %
Totalt	86 %

I de föregående styckena har det visats att underrapportering är vanlig, att den är selektiv snarare än generell, att den är vanligare bland vissa typer av människor såsom kvinnor och överviktiga. En intressant fråga är varför det är på detta sätt. Ett svar är att människor är medvetna om att de blir bedömda på basis av vad de äter (72). Känslomässiga och moraliska värderingar påverkar vad vi vill rapportera. Ju mer vi talar om för folk att minska fettintaget desto lägre fettintag rapporterar de, trots att det faktiska fettintaget inte minskar och ibland även ökar (72). Följande exempel från en överviktig kvinna visar hur känslorna styr vilket kostintag vi vill uppge: ”Jag ville inte göra nå’n (kostregistrering), men till slut så gjorde jag väl något halvdant. Jag kände att jag ville inte fylla i den här och få veta att jag äter 5000 kalorier per dag. Hur kul är det? Jag vet att jag äter fel redan.” (73).

Andra orsaker till varför vi inte uppger våra sanna kostvanor presenteras av Vuckovic och medförfattare som ”simplifying food intake” (74). Människor äter ”enklare” maträtter under registreringsperioden för att underlätta registreringen. De hoppar ibland över mellanmål för att slippa skriva ner dessa. Ibland skjuter människor upp restarutgångsbesök till efter registreringsperioden för att slippa skriva ner vad de äter, fråga efter maträttens innehåll eller ta med våg.

Efter denna redogörelse av underrapporteringens omfattning och orsaker inställer sig nästa fråga: Vad ska man göra åt problemet? Ett alternativ är att ta bort underrapporteringarna, men då skulle man förlora värdefull information och införa en selektionsbias. De som underrapporterar kanske äter på ett speciellt sätt eller har högre prevalens av något sjukdomstillstånd. Ett problem med att ta bort underrapporteringar är också att rätt kunna identifiera dessa. Tar man t.ex. bort de med låga FIL-värden riskerar man att missa de med relativt höga FIL-värden men med ännu högre PAL-värden (Se kapitel 8.3.1). Det krävs att man har goda data på PAL för att underrapporteringar ska upptäckas. Man kan göra analyser med och utan underrapporteringar för att se om det blir skillnader i slutsatser. Det är dock svårt att gå vidare med dessa data, förutom att konstatera att de som underrapporterar är annorlunda på något specifikt sätt. Energijusteringar kan utföras men kan vara riskabla eftersom de inte eliminerar bias på grund av selektiv underrapportering (75). De kan till och med förvärra problemet (22). naturligtvis ger det då heller inte ett absolut intag, som ibland kan vara värdefullt att ha. Vill man undersöka hur många som ligger under en specifik näringsrekommendation så kommer antalet att variera med den cutoff-nivå man väljer. Det kan dessutom bli många felklassificeringar när man vill ranka individer i

nutritionsepidemiologiska studier, som naturligtvis får konsekvenser för de slutsatser man vill dra. Slutsatsen av ovanstående är att den selektiva underrapporteringen ställer till stora problem, som det blir en stor utmaning för forskare att lösa.

10 ENERGIJUSTERINGAR

Vanliga skäl för att använda dessa metoder är att få bort intagsskillnader på grund av kroppsstorlek, fysisk aktivitet och metabolisk effektivitet (76). Många näringsämnen är relaterade till det totala energiintaget, vilket gör att de som äter totalt sett mycket också ofta får i sig mer näringsämnen än de som äter lite. Exempelvis kan det vara mer relevant att relatera ett energijusterat fettintag till en sjukdom än det totala fettintaget. Som bekant kan långa, smala, fysiskt aktiva kvinnor ha ett högre totalt fettintag än stillasittande kvinnor, utan att för den skull äta en speciellt fet kost. Man vill alltså med dessa metoder i epidemiologiska studier undersöka effekten av ett näringsämne oberoende av energiintaget.

Den förmodligen vanligaste energijusteringsmetoden är den så kalla näringstäthetsmetoden (nutrient density). Man dividerar då näringsintaget med det totala energiintaget. En variant av denna metod är att uttrycka de energigivande näringsämnena i procent av det totala energiintaget (energiprocent, E%). Problemet med denna metod är att variabeln har två komponenter, näringsintaget och det inverterade energiintaget. Detta kan leda till problem när det totala energiintaget är relaterat till sjukdomen ifråga.

En annan energijusteringsmetod är den så kallade residualmetoden, Willets residualmetod eller Willets energijusteringsmetod (76). I den metoden adderar man residualerna från en regressionsmodell med energiintaget som oberoende variabel och det absoluta näringsintaget som beroende variabel med en konstant, vanligtvis det förväntade näringsintaget för populationens medelenergiintag. De energijusterade näringsintagen kommer då inte vara relaterade till energiintaget. Om näringsämnet, t.ex. fett, är relaterat till energiintaget så resulterar en energijustering till en reducering av spridningen av fettintaget. Vid skeva fördelningar av näringsintaget så föreslår Willet en logtransformering av näringsintaget. Vanligtvis leder näringstäthetsmetoden och residualmetoden till ungefär samma samband i epidemiologiska studier. Vid underrapportering och speciellt en selektiv underrapportering kan energijusteringsmetoder ge tvivelaktiga samband mellan kost och sjukdom.

Willett går igenom ytterligare tre varianter för att göra näringsintaget oberoende av energiintaget. Det är "the standard multivariate method", "the energy decomposition method" samt "the multivariate nutrient density method". Dessa metoder kräver en längre utläggning och beskrivs utförligt i referens 76.

11. STATISTIKA METODER FÖR ATT KORRIGERA "FEL"

Dessa metoder har blivit mer och mer använda på senare år. Dock krävs relativt goda förkunskaper i statistik för att denna punkt ska kunna vidareutvecklas. Därför hänvisas den intresserade att läsa referenserna 77-79.

12. BESTÄMNING AV EN STICKPROVSSTORLEK TILL EN STUDIE

Etikprövningsnämnder, anslagsgivande myndigheter, organisationer, vetenskapliga tidskrifter med flera kräver ofta att man ska räkna ut hur många försökspersoner som behövs för att kunna visa det man önskar visa. Denna uträkning kallas för att göra en powerberäkning eller räkna ut statistisk styrka. Man kan också räkna ut minsta skillnad man kan upptäcka vid en given stickprovsstorlek. Power eller den statistiska styrkan är sannolikheten att finna en skillnad som faktiskt finns. I statistiska termer säger man sannolikheten att förkasta nollhypotesen när den är falsk (man begår inget typ-2 fel; sannolikheten att begå ett typ-2 fel = β). Power = $1 - \beta$. Sannolikheten att säga att man funnit en skillnad som i verkligheten inte finns kallas typ-1 fel. De flesta forskare använder en statistisk styrka på 0,80 (power = $1 - \beta$) och typ-1 fel på 5 % ($\alpha = 0.05$). Detta betyder en kompromiss på 4 till 1 mellan β -risk och α -risk, alltså $\beta = 0.2$ ($1 - 0.8$) och $\alpha = 0.05$. Vanligtvis, om det inte finns mycket starka argument emot, så använder man ett tvåsidigt test, alltså man är öppen för att en förändring kan gå i båda riktningarna (högre – lägre, bättre – sämre osv.).

Ett kriterium för statistisk signifikans (p-värde) är ett uttalande om hur osannolikt ett resultat måste vara när nollhypotesen är sann. De vanligast förekommande kriterierna för statistisk signifikans (p-värde) är $p < 0,05$ (5 %, 1 på 20), $p < 0,01$ (1 %, 1 på 100) och $p < 0,001$ (0,1 %, 1 på 1000). Inom nutritionsepidemiologin är $p < 0,05$ den vanligaste signifikansgränsen. Om kriteriet är $p < 0,05$ så är sannolikheten att finna den observerade effekten när nollhypotesen är sann mindre än 5 % (0,05). Storleken på den eftersökta effekten (storleken på skillnader mellan grupper, tester, experiment osv.) i en population kan kvantifieras i form av en effektstorlek. Vid stora/klara effekter är det stor power, vilket betyder att vid stora skillnader/klara effekter så behövs det inte så många individer i jämförelse med att kunna påvisa små effekter/skillnader.

Designen på ett experiment eller observationsstudie påverkar den statistiska styrkan (power). T.ex vid en jämförelse mellan grupper med en given stickprovsstorlek så är det bäst att ha så lika storlekar i grupperna man ska jämföra som möjligt (om spridningen i grupperna är ungefär lika).

När du vill bestämma en stickprovsstorlek till din studie kan du använda statistiska program för detta ändamål, som finns tillgängliga att köpa från statistiska mjukvaruföretag, såsom SPSS. Vissa program finns också fritt tillgängliga på internet. Man behöver veta fyra saker vid sina uträkningar (tre förutom stickprovsstorlek). Dessa är:

- stickprovsstorlek, människor, enheter, djur m.m.
- effektstorlek, effekten/styrkan/storleken av behandlingen/interventionen/åtgärden.
- alfavärdet (α eller signifikansnivån), oddset att det observerade resultatet beror på slumpen.
- power, oddset att du finner en effekt som i verkligheten finns.

13. FRAMTIDEN

För att våra kostundersökningar ska kunna bli bättre och producera mera valida data krävs att vi får en förståelse för vilken typ av mat som felrapporteras och varför människor felrapporterar (22). Om källorna till bias i kostrapporteringen och dess natur ska kunna identifieras så krävs det att näringsforskare går förbi den rent mekanistiska synen på mätning av kostintaget och studerar den sociala, kulturella och psykologiska kontexten av rapporteringsförmågan och viljan. Det är också viktigt att kunna identifiera felrapporterare på en individuell nivå och då krävs det att man på ett så bra sätt som möjligt skattar PAL/EE (22). Det kommer trots dessa åtgärder troligtvis alltid finnas fel i kostundersökningar. Den stora utmaningen är att förstå, uppskatta och använda sig av felstrukturen i sin analys. Genom att förstå mer om faktorer som skapar rapporteringsbias så kan vi skapa bättre instrument, ge bättre instruktioner och bättre kunna tolka resultat. Vi bör inte längre bara acceptera att felrapportering sker, vi bör också korrigera för dessa fel i våra analyser (80).

Eftersom olika kostundersökningsmetoder utgör grundvalen för nutritionsepidemiologiska studier är det viktigt att ovanstående metoder (olika beroende på syfte) används vid planering och analys av sin studie samt även vid utvärderingar av redan publicerade artiklar. Om de inte följs riskerar nutritionsepidemiologiska studier i allmänhet och kostundersökningar i synnerhet att förlora i trovärdighet, t ex genom att vi kan få se många konstiga samband mellan kost och olika sjukdomar. Följer vi däremot dessa råd, utvecklar nya biologiska markörer för kostintag samt utvecklar metoderna för att samla in kostdata, kan vi kanske upptäcka kostfaktors betydelse i en mängd olika områden som kan leda till bättre prestationsförmåga, färre och lindrigare sjukdomar och förhoppningsvis nya upptäckter av kostens roll i hittills utforskade fält såsom genförändringar, intelligens, fertilitet m m.

14. PRAKTISKA REKOMMENDATIONER FÖR PLANERING OCH UTVÄRDERING AV KOSTUNDERSÖKNINGAR

1. **Skapa motivation till att uppge sanningsenliga uppgifter.** Varför ska en person tala om vad den äter om den kommer att känna sig misslyckad efteråt? Det är därför viktigt att lägga ned mycket tid på att skapa förtroende mellan deltagare och försöksledare. Människor bör känna sig bekväma när de talar om sina matvanor. Ett sätt att avdramatisera kostundersökningen är att visa ett videoband där personer registrerar ”dålig” mat och visar upp olika sidor av sitt matbeteende såsom småätande (67). Ett annat sätt är att diskutera värdet av sanningsenliga kostdata för försökspersonen själv och för studien.
2. **Utvärdera ”sanningshalten” i kostdata genom att inkludera någon biologisk markör för kostintag.**
3. **Utvärdera rimligheten i uppgivet energiintag.** (7, 32) Som alternativ till att använda den biologiska markören för energiomsättning, DLW, kan man utvärdera rimligheten i uppgivet energiintag genom att inkludera uppgifter om kön, ålder, vikt, längd och energiutgifter i kostundersökningen. På så sätt kan man utvärdera huruvida EI motsvarar EE och även relatera dessa data till kön, ålder och BMI utan att försökspersonerna behöver utsättas för någon provtagning såsom urininsamling eller blodprov.

- 4. Ta med frågor om viktmedvetenhet och bantning** (7, 32) för att kunna utvärdera FIL i relation till bantning och viktmedvetenhet, som är tidigare kända riskfaktorer för felrapportering. Det kan vara lämpligt att fråga om högsta och lägsta vikt samt vikt vid olika tidsperioder i livet.
- 5. Energijusteringar** (76). Man vill med dessa metoder i epidemiologiska studier undersöka effekten av ett näringsämne oberoende av energiintaget. Vid underrapportering och speciellt vid selektiv underrapportering kan energijusteringsmetoder ge tvivelaktiga samband mellan kost och sjukdom.
- 6. Statistiska metoder för att korrigera ”fel”** (77-79). Det krävs goda förkunskaper i statistik för att dessa metoder ska kunna användas och man bör helst samarbeta med en statistiker i denna typ av studier.

REFERENSER

1. Permanente nordiske utvalg for næringsmiddelspørsmål. Nordisk Ministerråd. Valg av metode ved kostholdsundersøkelser. PNUN rapport 1986:1.
2. Permanente nordiske utvalg for næringsmiddelspørsmål. Nordisk Ministerråd. Kostholdsundersøkelser. Hvorfor og hvordan? PNUN rapport 1987:2.
3. Macdiarmid JI, Blundell JE. Dietary under-reporting: what people say about recording their food intake. *Eur J Clin Nutr* 1997;**51**:199-200.
4. Stockley L. Changes in habitual food intake during weighed inventory surveys and duplication diet collections. A short review. *Ecology of Food and Nutrition* 1985;**17**:263-269.
5. Callmer E, Hagman U, Haraldsdóttir J, Løken EB, Seppänen R, Trygg K. Standardisering av 24-timmars intervju. *Vår Föda* 1986;**38** (Suppl. 4).
6. Burke B. The dietary history as a tool in research. *J Am Diet Assoc* 1947;**23**:1041.
7. Black AE, Goldberg GR, Jebb SA, Livingstone MBE, Prentice AM. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principals of energy physiology: 2. Evaluating the results of dietary surveys. *Eur J Clin Nutr* 1991;**45**:583-99.
8. Hagman U, Haraldsdóttir J, Rastas M, Sarlio-Lähteenkorva S, Seppänen R, Trygg K. Riktlinjer för användning av livsmedelsfrekvensmetoder. *Vår Föda* 1989;**41** (Suppl. 1):127-138.
9. Sarlio-Lähteenkorva S. Short methods for dietary assessment – A review of the methodological studies. *Vår Föda* 1989;**41** (Suppl. 1):91-110.
10. Bakkum A, Bloemberg B, van Staveren WA, Verschuren M, West CE. The relative validity of a retrospective estimate of food consumption based on a current dietary history and a food frequency list. *Nutr Cancer* 1988;**11**:41-53.
11. Rohan TE, Potter JD. Retrospective assessment of dietary intake. *Am J Epid* 1984;**120**:876-887.
12. Willett WC, Sampson L, Browne ML, Stampfer MJ, Rosner B, Hennekens CH et al. The use of a self-administered questionnaire to assess diet four years in the past. *Am J Epid* 1988;**127**:188-199.
13. Callmer E, Haraldsdóttir J, Løken EB, Solvoll K. Selecting a method for a dietary survey. *Näringsforskning* 1985;**29**:43-52.
14. Eva Callmer och Lennart Gustafsson. Personlig kommunikation.

15. Nelson M, Black EA, Morris JA, Cole T. Between- and within-subject variation in nutrient intake from infancy to old age: estimating the number of days required to rank dietary intakes with desired precision. *Am J Clin Nutr* 1989;**50**:155-167.
16. Beaton GH, Milner J, Corey P, Mc Guire V, Cousins M, Stewart E, Ramos M. Source of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *Am J Clin Nutr* 1979;**32**:2546-2549.
17. Nelson M. The validation of dietary assessment. In: *Design Concepts in Nutritional Epidemiology*. Second edition. Barrie M. Margetts and Michael Nelson (eds). Oxford. 1997.
18. Bingham SA, Gill C, Welch A, Day K, Cassidy A, Khaw KT, Sneyd MJ, Key TJA, Day NE. Comparison of dietary assessment methods in nutritional epidemiology: weighed records v. 24h recalls, food frequency questionnaires and estimated dietary records. *Br J Nutr* 1994;**72**:619-643.
19. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;**i**:307-310.
20. Larsson CL, Westerterp KR, Johansson GK. Validity of reported energy expenditure and energy, protein intakes in Swedish adolescent vegans and omnivores. *Am J Clin Nutr* 2002;**75**:268-274.
21. Bates CJ, Thurnham DI, Bingham SA, Margetts BM, Nelson M. Biochemical markers of nutrient intake. In: *Design Concepts in Nutritional Epidemiology*. Second edition. Barrie M. Margetts and Michael Nelson (eds). Oxford. 1997.
22. Black AE. The sensitivity and specificity of the Goldberg cut-off for EI:BMR for identifying diet reports of poor validity. *Eur J Clin Nutr* 2000;**54**:395-404.
23. Livingstone MBE, Black AE. Markers of the validity of reported energy intake. *J Nutr* 2003;**133**:895S-920S.
24. Speakman JR. Doubly labelled water. Theory and practice. Chapman and Hall. London. 1997.
25. Forsum E. Bestämning av energiomsättning med dubbelmärkt vatten. *Näringsforskning* 1989;**33**:95-98.
26. Sjöström M, Ekelund U, Yngve A. Assessment of physical activity. pp 83-105. In: *Public Health Nutrition* (Eds. Gibney MJ, Margetts BM, Kearney JM, Arab L). Blackwell Publishing Company. Oxford. 2004.
27. Nilsson A, Hurtig-Wennlöf A, Ekelund U. Objektiva metoder för bestämning av fysisk aktivitet. *Svensk idrottsmedicin* 2001;**10**(2):8-12.
28. Andrén Aronsson C, Wirfält E, Gullberg B, Hedblad B. An evaluation of different methods to assess physical activity in a sub-sample of the Malmö Diet and Cancer (MDCS) cohort. ICDAM, Copenhagen, Denmark, April 27-29 2006, P05-01, p 23.

29. Matthiessen J, Biloft-Jensen A, Banke Rasmussen L, Velsing Groth M, Fagt S. Validation of a new physical activity questionnaire for assessment of energy expenditure. ICDAM, Copenhagen, Denmark, April 27-29 2006, P21-05, p 88.
30. Johansson G, Hagfors L, Westerterp K. Validation with doubly labelled water of a very short questionnaire on physical activity. The 8th Nordic Nutrition Conference, Tønsberg, Norway, June 20-23 2004, p 101.
31. Goldberg GR, Black AE, Jebb SA, Cole TJ, Murgatroyd PR, Coward WA, Prentice AM. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principals of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur J Clin Nutr* 1991;**45**:569-581.
32. Black AE. Critical evaluation of energy intake using Goldberg cut-off for energy intake:basal metabolic rate. A practical guide to its calculation, use and limitations. *Int J Obes* 2000;**24**:1119-30.
33. Department of Health. Dietary reference values for food, energy and nutrients for the United Kingdom. Report on health and social subjects. London: HMSO. 1991.
34. Denis W, Borgstrom P. A study of the effect of temperature on protein intake. *J Biol Chem* 1924;**61**:109-116.
35. Bingham SA, Cummings JH. Urine nitrogen as an independent validity measure of dietary intake: a study of nitrogen balance in individuals consuming their normal diet. *Am J Clin Nutr* 1985;**42**:1276-1289.
36. Isaksson B. Urinary nitrogen as a validity test in dietary surveys. *Am J Clin Nutr* 1980;**33**:4-5.
37. Bingham SA. Urine nitrogen as a biomarker for the validation of dietary protein intake. *J Nutr* 2003;**133**:921S-924S.
38. Larsson CL, Johansson GK. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am J Clin Nutr* 2002;**76**:100-106.
39. Schachter J, Harper PH, Radin ME, Caggiula AW, McDonald RH, DivenWF. Comparison of sodium and potassium intake with excretion. *Hypertension* 1980;**2**:695-699.
40. Liu K, Stamler J. Assessment of sodium intake in epidemiological studies on blood pressure. *Ann Clin Res* 1984;**16**:49-54.
41. Cummings JH, Hill MJ, Jenkins DJA, Pearson JR, Wiggins HS. Changes in fecal composition and colonic function due to cereal fiber. *Am J Clin Nutr* 1976;**29**:1468-1473.
42. Johansson G, Callmer E, Gustafsson J-Å. Validity of repeated dietary measurements in a dietary intervention study. *Eur J Clin Nutr* 1992;**46**:717-728.

43. Johansson G, Bingham S, Vahter M. A method to compensate for incomplete 24-hour urine collections in nutritional epidemiology studies. *Public Health Nutrition* 1999;**2**(4):587-591.
44. Bingham S, Cummings JH. The use of creatinine output as a check on the completeness of 24 hour urine collections. *Hum Nutr: Clin Nutr* 1985;**39C**:343-353.
45. Knuiman JT et al. A multi-centre study on completeness of urine collection in 11 European centres. Some problems with the use of creatinine and 4-aminobenzoic acid as markers of completeness of collection. *Hum Nutr: Clin Nutr* 1986;**40C**:229-237.
46. Bingham S, Cummings JH. The use of 4-amino benzoic acid to validate the completeness of 24 h urine collections in man. *Clin Sci* 1983;**64**:629-635.
47. Jakobsen J, Ovesen L, Fagt S & Pedersen AN. Para-aminobenzoic acid used as a marker for completeness of 24 hour urine: assessment of control limits for a specific HPLC method. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1997;**51**:514-519.
48. Cummings JH, Bingham SA, Heaton KW, Eastwood MA. Fecal weight, colon cancer risk, and dietary intake of non-starch polysaccharides (dietary fiber). *Gastroenterology* 1992;**103**:1783-1789.
49. Bingham S. Low-residue diets: a reappraisal of their meaning and content. *J Hum Nutr* 1979;**33**:5-16.
50. Johansson G, Callmer, Gustafsson J-Å. Validity of repeated dietary measurements in a dietary intervention study. *Eur J Clin Nutr* 1992;**46**:717-728.
51. Cummings JH, Jenkins DJA, Wiggins HS. Measurement of mean transit time of dietary residue through the human gut. *Gut* 1976;**17**:210-218.
52. Hammond B, Gartside PS. Biological media – their advantages and pitfalls when used in biological monitoring – faeces. In: *Biological monitoring of toxic metals*. Clarkson TW, Friberg L, Nordberg GF, Sager PR (eds.). Plenum Press, New York. 1988, pp 641-648.
53. Vahter M, Berglund M, Friberg L, Jorhem L, Lind B, Slorach S, Åkesson A. Dietary intake of lead and cadmium in Sweden. *Vår Föda* 1990;42 (suppl 2):1-16.
54. Vahter M, Johansson G, Åkesson A, Rahnster B. Fecal elimination of lead and cadmium in subjects on a mixed diet and a lactovegetarian diet. *Food Chem Tox* 1992;**30**(4):281-287.
55. Bingham SA, Welch AA, McTaggart A, Mulligan AA, Runswick SA, Luben R, oakes S, Khaw KT, Wareham N, Day NE. Nutritional methods in the European Prospective Investigation of Cancer in Norfolk. *Public Health Nutrition* 2001;4(3):847-858.
56. Kohlmeier L, Kohlmeier M. Adipose tissue as a medium for epidemiologic exposure assessment. *Environ Health Perspect* 1995;103(suppl 3):99-106.

57. Tasevska N, Runswick SA, Bingham SA. The development of new biomarkers of nutritional intake. ICDAM, Copenhagen, Denmark, April 27-29 2006, SY01-02, p 12.
58. Runswick SA, Tasevska N, Bingham S. Urinary thiamine as a biomarker for estimates of thiamine intake. ICDAM, Copenhagen, Denmark, April 27-29 2006, SY11-03, p 56.
59. Landberg R, Lindo A-M, Adlercreutz H, Vessby B, Kamal-Eldin A, Åman B. Alkylresorcinols as biomarkers for whole grain intake of wheat and rye. ICDAM, Copenhagen, Denmark, April 27-29 2006, SY11-02, p 33.
60. Struntze Krogholm K, Poulsen L, Kristensen M, Brantsaeter AL, Rasmussen SE. New and validated biomarker for intake of fruits and vegetables. ICDAM, Copenhagen, Denmark, April 27-29 2006, SY19-04, p 60.
61. Livingstone MBE, Black AE. Markers of the validity of reported energy intake. *J Nutr* 2003;**133**:895S-920S.
62. Johansson G, Wikman Å, Åhrén A-M, Hallmans G, Johansson I. Underreporting of energy intake in repeated 24-hour recalls related to gender, age, weight status, day of interview, educational level, reported food intake, smoking habits and area of living. *Public Health Nutrition* 2001;**4**(4):919-927.
63. Hirvonen T, Männistö S, Roos E, Pietinen P. Increasing prevalence of underreporting does not necessarily distort dietary surveys. *Eur J Clin Nutr* 1997;**51**:297-301.
64. Rosell MS, Hellénus M-LB, de Faire UH, Johansson GK. Association between diet and the metabolic syndrome vary with the validity of dietary intake data. *Am J Clin Nutr* 2003;**78**:84-90.
65. Macdiarmid JI, Vail A, Cade JE, Blundell JE. The sugar-fat relationship revisited: differences in consumption between men and women of varying BMI. *Int J Obes* 1998;**22**:1053-1061.
66. Macdiarmid JI, Blundell JE. Dietary under-reporting: what people say about recording their food intake. *Eur J Clin Nutr* 1997;**51**:199-200.
67. Taren DL, Tobar M, Hill A, Howell W, Shisslak C, Bell I, Ritenbaugh C. The association of energy intake bias with psychological scores of women. *Eur J Clin Nutr* 1999;**53**:570-578.
68. Ritenbaugh C, Harrison G. Reactivity of garbage analysis. *Am Behav Scientist* 1984;**28**:51-70.
69. Johansson G, Åkesson Å, Nermell B, Berglund M, Vahter M. Validation with biological markers for food intake of a dietary assessment method used by Swedish women with three different dietary preferences. *Public Health Nutrition* 1998;**1**(3):199-206.
70. Lafay L, Mennen L, Basdevant A, Charles MA, Borys JM, Eschwege E, Romom M, the FLVS study group. *Int J Obes* 2000;**24**:1500-1507.

71. Poppitt SD, Swann D, Black AE, Prentice AM. Assessment of selective under-reporting of food intake by both obese and non-obese women in a metabolic facility. *Int J Obes* 1998;**22**:303-311.
72. Blundell JE. What foods do people habitually eat? A dilemma for nutrition, an enigma for psychology. *Am J Clin Nutr* 2000;**71**:3-5.
73. Olsson H, Rosendahl E. Kvalitativ studie av överviktiga kvinnors tankar och känslor kring sig själva, sin övervikt, sitt beteende och sin överviktsbehandling. C-uppsats. Institutionen för kostvetenskap, Umeå universitet. 2000.
74. Vuckovic N, Ritenbaugh C, Taren DL, Tobar M. A qualitative study of participants' experiences with dietary assessment. *J Am Diet Assoc* 2000;**100**:1023-1028.
75. Stallone DD, Brunner EJ, Bingham SA, Marmot MG. Dietary assessment in Whitehall II: The influence of reporting bias on apparent socioeconomic variation in nutrient intakes. *Eur J Clin Nutr* 1997;**51**:815-825.
76. Willet W. Implications of total energy intake for epidemiological analyses. In: *Nutritional Epidemiology* (ed. Walter Willett). New York. Oxford University Press, 1998.
77. Day NE, McKeown N, Wong MY, Welch A, Bingham S. Epidemiological assessment of diet: a comparison of a 7-day diary with a food frequency questionnaire using urinary markers of nitrogen, potassium and sodium. *Int J Epidemiol* 2001;**30**:309-317.
78. Kipnis V, Midthune D, Freedman L, Bingham S, Day NE, Riboli E, Ferrari P, Carroll RJ. Part E. New statistical approaches to dealing with bias associated with dietary data. Bias in dietary-report instruments and its implications for nutritional epidemiology. *Public Health Nutrition* 2002;**5(6A)**:915-923.
79. Willet W. Correction for the effects of measurement errors. In: *Nutritional Epidemiology* (ed. Walter Willett). New York. Oxford University Press, 1998.
80. Maurer J, Taren DL, Teixeira PJ, Thomson CA, Lohman TG, Going SB, Houtkooper LB. The Psychological and behavioral characteristics related to energy misreporting. *Nutr Rev* 2006;**64(2)**:53-66.

Appendix 1

Frågor om fysisk aktivitet

1. Hur mycket rör Du Dig och anstränger Dig kroppsligt i Ditt arbete (även hemarbete, studier och vid sjukskrivning)?

Vilket av följande alternativ passar bäst in på Dig?

- Övervägande stillasittande arbete.** *Exempel på sådana arbeten är skrivbordsarbete, montering av lättare delar, arbete vid dator utan andra kringaktiviteter.*
- Lätt, men något rörligt arbete.** Du går ganska mycket, men bär inte och lyfter inte tyngre saker. *Exempel på sådana arbeten är rörligt expeditjonsarbete, lätt industriarbete, affärsbiträde, förmanssysslor, sjuksköterska, hemsamarit med få lyft, hemarbete utan småbarn, arbete vid dator med mycket kringaktiviteter.*
- Måttligt tungt arbete.** Du går mycket och lyfter eller bär ganska mycket. *Exempel är brevbärare som cyklar eller går, arbete vid tyngre industri, lokalvårdare, sjukvårdsbiträde, kökspersonal, hemarbete med småbarn.*
- Tungt kroppsarbete.** Du lyfter tunga föremål och anstränger Dig mycket kroppsligt. *Exempel är skogsarbete, tungt lantbruksarbete, fiske med tunga redskap, tungt byggnadsarbete.*

2. Hur mycket motion får Du på fritiden? Vilket av följande alternativ passar bäst in på Dig? Om aktiviteten varierar mycket mellan t.ex. sommar och vinter så försök att ange ett genomsnitt för de senaste 12 månaderna.

- Praktiskt taget ingen motion alls,** mest stillasittande.
- Sällan motion,** ej regelbundet (promenader, cykling, trädgårdsarbete mm ibland).
- Lätt motion regelbundet,** minst en gång per vecka (långsam promenad, cykling, trädgårdsarbete mm. Räkna här in promenad eller cykling 10-30 minuter per dag till och från arbete, skola mm.)
- Måttlig aktivitet och träning regelbundet,** minst en gång per vecka i minst 30 minuter per gång (motionsgymnastik, aerobics, workout, snabb promenad, joggning, simning, badminton, tennis eller liknande. Räkna här in promenad eller cykling 30-60 minuter per dag till och från arbete, skola mm.)
- Hård regelbunden träning flera gånger i veckan.**

GJ 1999-02-22

Appendix 2

Uppskattning av PAL-värden för olika fysiska aktivitetsgrader.

Fritids- aktiviteter	Arbetsaktiviteter			
	Mkt lätt	Lätt	Måttlig	Aktiv
Mkt lätt	1,4	1,5	1,6	1,7
Lätt	1,5	1,6	1,7	1,8
Måttlig	1,6	1,7	1,8	1,9
Aktiv	1,7	1,8	1,9	2,1
Mkt aktiv	1,9	2,0	2,2	2,3

GJ 1999-02-15