

Efectele preparatului din boabe de acai (Euterpe oleracea Mart.) asupra parametrilor metabolici ai unei populații supraponderale sănătoase: un studiu pilot.

Jay K Udani^{1,2*}, Betsy B Singh¹, Vijay J Singh¹ and Marilyn L Barrett

Fond

Persoanele supraponderale, în special cele cu un exces de țesut adipos central, sunt expuse riscului de a dezvolta disfuncții în metabolismul lipidic și al glucozei, având ca rezultat tendința spre afecțiuni cardiovasculare și/sau diabet de tip 2. Acest grup de simptome, care include hipertensiune arterială, nivel crescut al glicemiei à jeun, trigliceride crescute și nivel scăzut al colesterolului cu lipoproteine cu mare densitate, a fost definit ca sindromul metabolic [1].

Stresul oxidativ, care reprezintă un dezechilibru între generarea de specii de radicali liberi și activitatea mecanismului de apărare antioxidantă, este considerat a fi unul dintre mecanismele fundamentale care stau la baza riscului dezvoltării bolilor cardiovasculare și a diabetului asociat cu obezitatea [2]. Subiecții care sunt obezi sunt mai susceptibili să aibă niveluri ridicate de stres oxidativ decât cei cu greutate normală. În plus, scăderea în greutate este asociată cu o scădere a stresului oxidativ [3]. Mai mult, analiza protecției antioxidante endogene la subiecții cu sindrom metabolic indică faptul că aceasta este scăzută [4]. Și subiecții cu sindrom metabolic tind, de asemenea, să afișeze o creștere a leziunii oxidative, măsurată în creșterea peroxidării lipidice și a proteinelor carbonil [3]. S-a demonstrat, de asemenea, că stresul oxidativ crește rezistența la insulină și s-a sugerat că terapia antioxidantă poate reduce rezistența la insulină la pacienții cu diabet zaharat [4,5]. Se consideră că dietele bogate în fructe și legume cresc capacitatea antioxidantă a plasmei [6]. Pe lângă vitaminele C, E și beta-caroten, fructele și legumele conțin compuși fenolici care contribuie la capacitatea lor antioxidantă [7]. Relația inversă dintre consumul de fructe și legume și riscul de boli cardiovasculare și diabet a fost asociată cu capacitatea antioxidantă a acestor alimente și conținutul lor fenolic [8,9]. Studii preclinice au raportat că compușii polifenolici au efecte benefice asupra absorbției glucozei, nivelului de insulină și metabolismul lipidelor [10].

Fructul palmierului acai (*Euterpe oleracea* Mart.), care este originar din America de Sud, a devenit popular ca aliment recent, datorită potențialului său antioxidant [11]. Fructul comestibil este rotund, de culoare negru-violet, având diametrul de aproximativ 25 mm și conține o singură sămânță mare. Prin macerarea pulpei fructului rezultă un lichid vâscos care conține cca. 2,4% proteine și 5,9% lipide (ca greutate) [12]. Analiza compoziției acizilor grași relevă că grăsimea elementară o constituie acidul oleic monosaturat, reprezentând 56,2%, urmat de acidul palmitic (acid gras saturat; 24,1%) și acidul linoleic (polinesaturat; 12,5%) [11]. Analiza fenolilor din fruct relevă prezența antocianin-3-glicozidelor, acidului ferulic, epicatechinelor, acidului p-hidroxibenzoic, acidului galic, acidului protocatehuic, catechinelor, acidului elagic, acidului vanilic, acidului p-cumaric și galotaninelor [12]. S-a constatat că cianodin-3-monozaharidele sunt prezente în pulpa proaspătă în concentrație de 1040 ± 58 mg/L [13]. Mai exact, glucozidele cianidin-3-rutinozidă și cianidin-3-glucoză au fost măsurate la concentrații de 1,93 și 1,17 mg/g materie uscată, respectiv cu un conținut de antocianine totale de 3,19 mg/g materie uscată [11]. Pe lângă testele in vitro, potențialul antioxidant al preparatelor din pulpă de acai și suc a fost, de asemenea, constatat în studiile efectuate pe animale și oameni.

Experimentele efectuate pe șobolani au arătat că o dietă suplimentată cu 2% pulpă de acai (greutate uscată / greutate) timp de șase săptămâni a cauzat o reducere a oxidării proteinelor, comparativ cu animalele din grupul de control.

La oameni, capacitatea antioxidantă a plasmelor (măsurată prin utilizarea testului ORAC) a crescut până la de trei ori, cu o singură doză de 7ml de pulpă de acai /kg greutate corporală, în comparație cu băutura de control ($p < 0,01$), cu un t max de 3 ore [16]. Concentrația plasmatică maximă (C_{max}) din totalul antocianinelor, măsurată în cianidin-3-glucozidă, a fost atinsă după 2,2 ore de la consumul pulpei.

După cum s-a afirmat anterior, se presupune că reducerea producerii speciilor reactive de oxigen ajută la normalizarea căilor metabolice care duc la declanșarea diabetului, disfuncție endotelială și afecțiuni cardiovasculare [2]. Într-un test bazat pe această ipoteză, acest studiu pilot a fost conceput pentru a evalua efectele pe care le exercită un preparat brevetat din pulpă de acai asupra unor subiecți supraponderali care prezintă riscul de a dezvolta sindromul metabolic. Studii epidemiologice și experimentale au punctat potențialul beneficiilor antioxidantilor în ameliorarea riscurilor afecțiunilor cardiovasculare și ale diabetului de tip II, însă rezultatele studiilor clinice cu vitamine antioxidante au fost echivoce.

Materiale și metode

Preparatul utilizat în acest studiu este pireul de acai (*Euterpe oleracea* Mart.). Inițial, a fost obținută o pulpă care conține 14% material solid uscat din acai, care a fost apoi diluată cu apă care conține 11% solide (11 g). Pasta din pulpă conținea: 6,42 g acizi grași per 100 g; 61,4% acizi octadecenoici (conținând 18:1 acid oleic), 20,8% acizi hexadecanoici (16:0 palmitic) și 11,2% acizi octadecadienoici (18:2 acid linoleic). Pulpa conținea, de asemenea, 3,5 mg/ml fenoli totali, măsurat ca echivalent al acidului galic și 0,77 mg/ml antocianine totale, măsurate ca echivalent al cianidin-3-glucozidei (analizate de către Laboratoarele Brunswick, MA). Capacitatea antioxidantă in vitro a conținutului hidrofil măsurat ca echivalență micromol Trolox, folosind testul ORAC, a fost de 46 μ mole TE/ml [17]. Această activitate a reprezentat 98.9% din activitatea ORAC; doar puțin mai mult de 1% din capacitatea antioxidantă in vitro a fost găsită în fracțiunea solubilă în lipide.

Analiza nutrițională a 100 g de pulpă, realizată de Silliker, Inc. Southern CA Laboratory (Cypress, CA), a arătat că 100 g de pulpă conținea 71,8 calorii, 5,8 g glucide totale (< 0.25 g zaharuri), 4,9 g grăsimi totale (1,1 g grăsimi saturate), 5,33 g fibre și 1,0 g proteine.

Doza era de 100 g de două ori pe zi, administrate dimineața și seara. A fost păstrat un jurnal în care se nota dacă a fost consumat fiecare porție și erau trimise pozele aferente.

Subiecții

Subiecții erau incluși dacă aveau între 18-65 ani, un IMC $\geq$ de 25 kg/ m² și $\leq$ 30 kg/ m² și și-au dat acordul pentru toate vizitele de studiu și procedurile, precum și pentru a nu iniția/modifica nici un exercițiu sau dietă în timpul studiului. Au fost excluși subiecții care prezentau orice boli sistemice, inflamatorii sau cronice majore, au avut o infecție, au consumat medicamente pentru tratarea diabetului cu patru săptămâni înainte de studiu, foloseau insulină în acel moment sau au folosit în ultimii trei ani, au avut simptome de hipoglicemie în ultima lună, au consumat medicamente imunosupresoare în ultimii 5 ani, erau fumători sau au abuzat de alcool/medicamente.

Studiu

Proiect

Acesta a fost un studiu pilot, efectuat pe 10 bărbați și femei, adulți supraponderali, care au consumat 100 g de pulpă de acai de două ori pe zi, timp de o lună. Deoarece era un studiu pilot și nu existau anterior date despre efectele acaiului asupra omului, de la care să se poată efectua un calcul de putere, mărimea eșantionului a fost stabilită la 10. Studiul clinic a început în octombrie 2009 (primul subiect) și a durat până în decembrie 2009 (ultimul subiect finalizat). Subiecții din studiu au venit la clinica de cercetare pentru un total de 4 vizite (V1-V4). Durata maximă a tratamentului a fost de 4 săptămâni. S-au făcut determinări inițiale pentru glicemie (capilară), insulină, colesterol (colesterolul total, HDL-colesterolul, LDL-colesterolul și trigliceridele), metaboliți de oxid nitric (eNO) expirați (respirație) și sensibilitate mare a proteinei C-reactive (hs-CRP). Tensiunea arterială și glucoza din sânge au fost determinate la 30, 60, 90 și 120 de minute după masă. După ce toate testele au fost complete, au fost distribuite produsele studiate, precum și jurnalele (jurnalul zilnic de dozaj și un jurnal în care s-au trecut alimentele consumate în ultimele 3 zile). V3 a fost programată la 2 săptămâni după vizita 2. În timpul acestei vizite, gradul de conformitate a fost evaluat prin colectarea ambalajului produsului care a fost distribuit cu ocazia vizitei anterioare. Jurnalele împărțite la ultima vizită au fost colectate și au fost distribuite jurnale noi. De asemenea, au fost distribuite alimente congelate standardizate care trebuiau să fie consumate în perioada de 24 de ore dinaintea următoarei vizite (V4). În timpul V4, au fost repetate măsurătorile efectuate în timpul V2. Din nou, s-a evaluat conformitatea și au fost colectate jurnalele date la ultima vizită.

Table 1 Participant Demographics

Number	10
Age (years)	18-46 (mean 28.1)
Sex	5 men, 5 women
Race	9 Hispanic, 1 Caucasian
Marital status	5 single, 4 married, 1 divorced
Body weight (lbs)	173.0 ± 18.1*
BMI	27.4 ± 1.8*
Waist/hip ratio	0.86 ± 0.06*

* mean ± standard deviation

Rezultate

Date demografice despre cei 10 participanți la studiu se găsesc în tabelul 1. Măsurătorile lor corporale nu s-au modificat semnificativ în cursul lunilor de studiu. Jurnalurile care consemnau alimentele consumate în ultimele trei zile au fost colectate după 4 săptămâni de tratament. Pe baza evaluării conținutului de macronutrienți (grăsimi, proteine, glucide) și a aportului total de calorii, dieta subiecților nu s-a schimbat în timpul studiului. Subiecții au consumat 100 g de pulpă de acai zilnic, timp de o lună. Conformitatea, măsurată prin utilizarea fotografiilor porțiilor preparate, a fost de 100%.

Subiecții aveau un nivel de bază al glucozei à jeun de 98.0 ± 10.1 mg/dl, ceea ce este peste limita normală superioară (70-99 mg/dl) (Table 2)[1]. După o lună de administrare a pulpei de acai, nivelul mediu al glicemiei à jeun a scăzut semnificativ la 92.8 ± 10.9 mg/dl ($p = 0.018$). Nivelul mediu à jeun al insulinei din plasmă pentru grup a scăzut de la 8.9 ± 54 μ U/ml la momentul inițial, la 6.7 ± 33 μ U/ml ($p = 0.017$). (Tabelul 2). Consumul de acai a redus colesterolul total de la 159 ± 37 mg/dl to 142 ± 28 mg/dl ($p = 0.03$). Consumul de acai a redus, de asemenea, nivelurile de lipoproteine cu densitate scăzută (LDL)-colesterolul, de la ușor crescut la optim ($p = 0.51$). Nivelurile lipoproteinelor cu densitate ridicată - (HDL) colesterolului, nu s-au schimbat în mod semnificativ ca urmare a aportul de acai. Raportul dintre colesterolul total și HDL-colesterol, obținut prin împărțirea nivelului de HDL-colesterol la colesterolul total, a fost redus de la 3.79 ± 1.0 la momentul inițial, la ± 3.42 0,9 după tratament ($p = 0.051$). Nu a fost nici o schimbare semnificativă în timp în nivelurile lipoproteinelor de foarte mică densitate, (VLDL) colesterolul, sau al trigliceridelor (tabelul 2). Efectele consumului unei diete standardizate (57 g glucide, 50 g de grăsime, 18 g proteine, fără nitrați) asupra glucozei din plasmă, oxidului nitric exhalat (eNO) mediu și tensiunea arterială au fost determinate înainte (valorile inițiale) și după 30 de zile de consum de pulpă de acai. Mediile modificărilor procentelor individuale al nivelurilor glucozei din sângele din capilare, de la timpul zero la 120 de minute după masă, sunt reprezentate graphic în fig. 1. La vizita inițială, nivelul de glucoză post-prandial a atins un vârf la 60 de minute, cu o creștere de 14,7%. După 30 de zile de consum de acai, modificarea procentului inițial până la minutul 60 a fost de doar 4,7%. Aria glucozei de sub curba (ASC) de măsurare pentru vizita inițială a fost de $205.6 \pm 18,6$, iar după 30 de zile de consum de acai a fost

189.7 ± 26,3 (media ± deviația standard). Diferența era semnificativă (p = 0.047). Deci consumul de pulpă de acai timp de 30 de zile a redus semnificativ creșterile nivelurilor de glucoză post-prandiale în urma meselor standardizate. Nu au existat schimbări semnificative ale tensiunii arteriale sau eNO. Media tensiunilor arteriale inițiale era de 119 ± 7 mmHg sistolică și 72 ± 9 mmHg diastolică. Nivelul mediu de oxid nitric expirat (eNO) era inițial 17.5 ± 7.6 ppb, în limitele normale de mai puțin de 25 ppb. Pulpă de acai a fost consumată în condiții de siguranță. Nu au existat evenimente adverse sau modificări în semnele vitale (temperatura corpului, puls sau ritm respirator).

Table 2 Measurements before and after administration of acai pulp

Measurement	Time	Mean	Std. Deviation	Sig.
Fasting Glucose (mg/dl)	Baseline	98.0	10.1	.018
	Day 30	92.8	10.9	
Insulin (μU/ml)	Baseline	8.92	5.4	.017
	Day 30	6.68	3.3	
Serum Cholesterol (mg/dl)	Baseline	159.2	37.4	.030
	Day 30	141.8	28.3	
Cholesterol Ratio	Baseline	3.79	1.0	.051
	Day 30	3.42	0.9	
VLDL (mg/dl)	Baseline	26.2	13.5	.111
	Day 30	20.9	8.3	
LDL (mg/dl)	Baseline	90.1	29.1	.051
	Day 30	78.1	25.3	
HDL (mg/dl)	Baseline	42.9	8.4	.953
	Day 30	42.8	9.3	
Triglycerides (mg/dl)	Baseline	130.8	67.3	.116
	Day 30	104.2	41.6	

Measurements of glucose, insulin and lipid levels before and after administration of Sambazon acai for 30 days (given as means and standard deviations) were compared using paired t-tests to determine the significance of the change from baseline.

Discuții

Potrivit American Heart Association [19], un IMC de 25 kg/m² corespunde unei depășiri cu aproximativ 10% a greutatei corporale ideale. Persoanele cu IMC-ul în acest interval sunt considerate cu risc crescut de a dezvolta disfuncții în nivelurile de glucoză/insulină și metabolismul lipidic. Subiecții din cadrul acestui studiu prezentau un IMC mediu de 27,4 și au fost clasificați ca supraponderali (IMC de la 25 la 29,9). Consumul acaiului de către aceste persoane a redus nivelul glucozei à jeun din plasmă, al insulinei și al colesterolului total. Consumul de acai a redus, de asemenea, creșterea post-prandială a glucozei plasmatice după o masă.

Studii epidemiologice privind prevenirea diabetului au arătat că subiecții supraponderali randomizați pentru diverse stiluri de viață, care au prezentat reduceri ale glucozei à jeun de 4 mg/dL (3,6%) și ale colesterolului de 5 mg/dL (2,3%), au avut o reducere semnificativă (58%) a riscului de a deveni diabetici [20]. În cadrul acestui studiu, reducerile de glucoză și colesterol total à jeun, comparate cu valorile inițiale, au fost de 5,3% și 10,6%. Aceste reduceri sunt mai mari decât cele considerate necesare pentru o schimbare în statusul de risc.

Posibilele efecte ale antocianinelor în diabet, precum și mecanismele posibile de acțiune, au fost explorate pe modele animale. Un extract de afine adăugat la dieta (10g antocianine/kg dietă) unor șoareci KK-Ag (un model de diabet zaharat tip 2), timp de 5 săptămâni, a ameliorat hiperglicemia și a crescut sensibilitatea la insulină, comparativ cu lotul de animale de control. În acest studiu, stimularea protein kinazei activată de AMP a fost măsurată în țesutul adipos alb, musculatura scheletică și ficat. Acest efect a fost însoțit de suprareglarea transportorului de glucoză 4 și de o suprimare a producției de glucoză și a conținutului de lipide în ficat [24]. S-a raportat că un preparat din învelișul semințelor de soia negru, care furniza o doză de 50 mg antocianine/kg prin gavaj pentru 30 de zile, a crescut exprimarea proteinelor transportorului de glucoză 4 în mușchii scheletici și țesuturile inimii, la șobolanii cu diabet indus de streptozotocin [25]. Cianidin-3-glucozida purificată (2 g/kg dietă timp de 5 săptămâni) a ameliorat hiperglicemia și a crescut sensibilitatea la insulină la șoarecii cu diabet. Autorii au raportat faptul că cianidin-3-glucozida a supregulat transportorul de glucoză 4 și a subregulat exprimarea proteinei de legare a retinolului [26]. În acest studiu, colesterolul total și cel LDL au fost reduse, la fel ca și raportul dintre colesterolul total și HDL-colesterolul. Diminuarea colesterolului total

și LDL colesterolului, cuplate cu o creștere a HDL-colesterolului, este considerată un pas către prevenirea bolilor cardiovasculare. Rezultatele acestui studiu sunt în concordanță cu cele raportate într-un studiu pe șobolan în care pulpa de acai a redus colesterolul total și non-HDL colesterolul la animalele tratate, comparativ cu cele din lotul de control. În acest studiu, animalele au fost hrănite cu o dietă hipercolesterolemică, cu și fără acai 2% (greutate uscată/greutate) timp de 6 săptămâni [15]. Un extract de boabe (choke berry) (3×100 mg / zi) administrat 2 luni unui număr de 25 de subiecți cu sindrom metabolic, a redus semnificativ nivelul colesterolului total, al LDL colesterolului și al trigliceridelor, comparativ cu valorile inițiale, în timp ce nivelurile de HDL nu s-au modificat [22].

Cu toate acestea, preparatul din suc de vișine concentrat menționat anterior (40 g/zi timp de 6 săptămâni), administrat femeilor cu diabet zaharat de tip 2, nu a alterat în mod semnificativ nivelurile lipidelor [23]. Tratatamentul cu acai nu a afectat tensiunea arterială, în acest studiu. Un efect asupra tensiunii arteriale a fost sugerat de un studiu in vitro efectuat prin utilizarea unui extract de fruct de acai (extract de injecții de 10 până la 100 mg) adăugat la un pat vascular mezenteric la șobolan contractat anterior cu norepinefrină. Studiul a demonstrat că acai a avut un efect vasodilatator dependent de endoteliu, datorită efectelor asupra producției de oxid nitric [27]. Proteina C reactivă este una dintre proteinele fazei acute, care crește în timpul inflamației sistemice și măsurarea nivelurilor de CRP (C-reactive protein) în sânge este utilă ca indicator al riscului de boli cardiovasculare. Un efect al antocianinelor asupra CRP nu a fost stabilit în studiile clinice anterioare. Acesta a fost și cazul unui studiu recent raportat, în care un extract de boabe (choke berry) (3×100 mg / zi) a fost administrat unui număr de 25 de subiecți cu sindrom metabolic, timp de 2 luni [22]. În conformitate cu rezultatele anterioare, acest studiu nu a demonstrat schimbări semnificative în nivelurile de hs-CRP în urma administrării de acai.

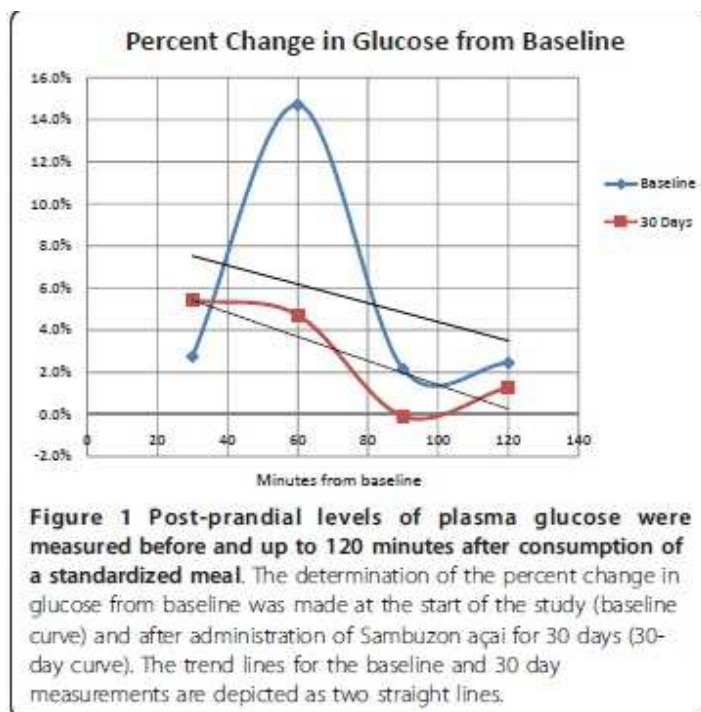
Oxidul nitric expirat (eNO) este un indicator al inflamării căilor respiratorii. Nu a existat nici o indicație de inflamare a căilor respiratorii la subiecții din acest studiu la momentul inițial și nici o creștere a eNO după meniul standardizat. Există un raport de creștere a eNO după un meniu bogat în grăsimi (74 g grăsimi, 1 g grăsime/kg greutate corporală), la subiecții sănătoși [28]. Cu toate acestea, acest lucru nu s-a repetat în acest studiu.

În acest studiu, pulpa de acai a fost consumată în condiții de siguranță, la o doză de 100 g de două ori zilnic, timp de o lună. În cadrul experimentelor pe șoareci s-a constatat că doze de 3,3

până la 16,7 g de acai/kg greutate corporală, administrat intra peritoneal o dată pe zi, timp de 14 zile consecutiv, nu au provocat nici un fel de efecte genotoxice [29].

Acesta a fost un studiu pilot „open-label” (studiu-deschis), necontrolat, conceput pentru a explora potențialele efecte ale acaiului asupra factorilor de risc pentru diabet și afecțiuni cardiovasculare. Limitările acestui studiu sunt absența unui studiu simplu orb, a unui control placebo și eșantionul redus de persoane.

Acesta a fost un studiu experimental, iar rezultatele au fost pozitive; în continuare, alte studii controlate placebo, cu un număr mai mare de participanți, sunt justificate.



Concluzii

În acest studiu pilot necontrolat, consumul a 200 g de acai pe zi, timp de o lună, a redus nivelurile plasmaticice de glucoză à jeun, de insulină și colesterol total, comparativ cu nivelurile inițiale din cadrul unui grup de 10 persoane supraponderale. Administrarea de acai timp de 30 de zile a atenuat, de asemenea, răspunsul glucozei post-prandiale (AUC) după un meniu standardizat, comparativ cu răspunsul pre-tratament. Acai a fost administrat în condiții de siguranță, fără evenimente nefavorabile. Rezultatele acestui studiu sugerează că realizarea unui studiu mai amplu, controlat placebo pentru a determina efectele acaiului asupra factorilor de risc pentru boli cronice, este justificată.

¹Medicus Research LLC, Northridge, CA 91325, USA. ²UCLA School of

Medicine, Department of Medicine, Los Angeles, CA 90024, USA.

³Pharmacognosy Consulting, Mill Valley, CA 94941, USA.

Authors' contributions

JKU conceptualized the study and was the Principal Investigator. BBS also participated in the design of the study. BBS and VJS performed the analysis.

JKU, BBS

and MLB contributed to writing the manuscript. All authors have read and approved the final manuscript.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References [...]

This paper is a shortened version of the original "*Effects of Açaí (Euterpe oleracea Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: A pilot study*" by Udani et al..