



مطالعه نقش بیوشیمیکی ویتامین سی (اسکوربیک اسید) در بدن حیوان

پوهنوال نسرين ستانکزى^{۱۴}

تقریظ دهنده: پوهندوی دکتور اسدالله حامد

مجله علمی-تحقیقی حوزه علوم
طبیعی پوهنتون کابل، ۱ (۳) ۱۳۹۹

چکیده

ویتامین ها مواد مغذی عضوی اند که مقادیر کمی از آن ها برای انجام فعالیت های مختلف بیوشیمیکی ضروری می باشد. ویتامین ها در بدن نقش کوانزایم را در تعاملات به عهده دارند و کمبود آن ها در مواد غذایی موجب بروز اختلالات میتابولیزی در بدن می شوند. از جمله ی آن ها یکی هم ویتامین سی (C) است که خاصیت آنتی اکسیدانت آن در سنگ پشته ها رسیده است و موجب محافظت جلد در مقابل آثار مخرب اشعه ماورای بنفش نور آفتاب گردیده باعث جذب بهتر آهن در بدن شده و خاصیت آنتی اکسیدانت آن حشرات را از فشار اکسیدیشن در سکنه مغزی نجات می دهد. ویتامین سی به قسم مواد محافظی در غذای حیوانات خانگی استفاده می شود. نقش بیوشیمیکی ویتامین سی در بدن حیوان عبارت از بیوسنتز کولاجن، بیوسنتز کارنیتین، هایدروکسیلیشن دوپامین، هایدروکسیلیشن هورمون های استروئید، دواهای اروماتیک و سرطانزا در میکروزم های جگر، هایدروکسیلیشن کولیستیرول برای سنتز اسید صفاوی می باشد. اصطلاحات کلیدی: ویتامین سی (C); نقش بیوشیمیکی؛ نقش فزیولوژیکی؛ نقش کوانزایم؛ علائم کمبود؛ بدن حیوان

Study of Biochemical Role of the Vitamin C (ascorbic acid) in Animal Body

Associate Prof. Nasrin Stanekzay

Abstract

Vitamin C, also known as ascorbic acid and L-ascorbic acid, is a vitamin found in various foods and sold as a dietary supplement. Vitamins are nutrients that are small in number and essential for various biochemical activities. Vitamins in the body play a role in the interactions of coenzyme and their deficiency in nutrients can cause metabolic disorders in the body. Vitamin C is an antioxidant that protects the skin against the damaging effects of sunlight, improves the absorption of iron in the body and protects the cells from oxidative stress in the stroke. Vitamin C has been used as a food preservative for pets and vitamin C has been proven to be antioxidants in pond turtles. The biochemical role of vitamin C in the animal's body include collagen biosynthesis, carnitine biosynthesis, dopamine hydroxylation, hydroxylation of steroids, aromatic drugs and carcinogens in liver microsomes.

Keywords: Vitamin C; Biochemical role; Physiological role; Coenzyme role; Deficiency symptom; Animal body.

ارجاع

ستانکزى، نسرين. (۱۳۹۹). مطالعه نقش بیوشیمیکی ویتامین سی (اسکوربیک اسید) در بدن حیوان. مجله علمی-تحقیقی حوزه علوم طبیعی پوهنتون کابل، شماره ۱ (۳)، صص ۱۷۱ - ۱۷۹.

^{۱۴} استاد پوهنخی علوم وترنری، پوهنتون کابل

مقدمه

ویتامین‌ها مواد مغذی عضوی اند که باید از محیط خارج همراه بامواد غذایی به بدن انسان و حیوان برسند. مقدار کمی از آن‌ها برای انجام فعالیت‌های مختلف بیوشیمیکی ضروری می‌باشد. ویتامین‌ها در بدن نقش کوانزایم را در تعاملات انزیمی به عهده دارند و کمبود آن‌ها در مواد غذایی موجب بروز اختلالات متابولیسمی در بدن می‌شوند. عمل ویتامین‌ها در موجودات ایوکاریوت و پروکاریوت یکسان است، ولی موجودات پروکاریوت قادر به ترکیب ویتامین‌ها نیستند و باید از محیط خارج به بدن آن‌ها وارد شوند. تمام ویتامین‌ها نظر به قابلیت حل‌شان به دو گروه ویتامین‌های قابل حل در آب و ویتامین‌های قابل حل در شحم تقسیم شده‌اند. یکی از ویتامین‌های قابل حل در آب ویتامین سی می‌باشد.

ویتامین سی یا ال-آسکوربیت یا اسکوربیک اسید (L-Ascorbate or Ascorbic acid) برای پستانداران پیشرفته مانند انسان، میمون و شمار اندکی از پستانداران دیگر به‌ویژه خوکچه هندی، خفاش، تعدادی از انواع پرندها حیاتی است، زیرا آن‌ها قادر به ساختن ویتامین سی در بدن خود نیستند. به‌جز از مواردی که در فوق ذکر شد بقیه جانداران این ویتامین را از گلوکوز در بدن خود می‌سازند و هم از بیوسنتز در جگر (در جونده‌ها) و یا گرده‌ها (درخزنده‌ها) حاصل می‌شود [۱۶، ۲۲].

در قرن نهم و در جریان مبتلا شدن بسیاری از دریانوردان به بیماری اسکروی (Scurvy)، چاره‌ی کار را در مصرف مواد خوراکی خود دیدند و بالاخره در سال ۱۹۲۸ این ویتامین در میوه سترس کشف و اسکوربیک اسید نام گذاشته شد [۵].

ویتامین سی که از ویتامین‌های محلول در آب می‌باشد، در میوه‌ها مخصوصاً میوه‌های ترش، نباتات و سبزیجات موجود است [۲۵]. بعضی از بکتری‌ها نیز اسکوربیت را سنتز می‌نمایند. ویتامین سی در برابر حرارت و مواد قلوی در طول زمان از بین می‌رود. این ویتامین در تعاملات کیمیایی بدن یک حمل‌کننده الکترون است و از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدانت‌ها می‌باشد که نقش مهمی در سلامتی بدن و دستگاه ایمنی دارد. در این مقاله نقش بیوشیمیکی و فزیولوژیکی ویتامین سی در بدن حیوان مطالعه گردیده است تا علاقمندان و اهل مسلک از آن مستفید گردند.

فواید ویتامین سی در بدن حیوان

ویتامین سی یک ماده آنتی‌اکسیدانت است، یعنی از آسیب رادیکال آزاد به حجرات و انساج بدن جلوگیری کرده و باعث تقویت دستگاه ایمنی می‌شود. این ویتامین موجب محافظت جلد در مقابل آثار مخرب اشعه ماورای بنفش نور آفتاب می‌شود [۱].

در انسان‌ها مصرف میوه‌جات تازه، به ویژه میوه‌های چون کیوی و آناناس برای سلامت جلد و پیش‌گیری از پیری آن مفید اند. دلیل این مسأله وجود مقادیر فراوان ویتامین سی در این میوه‌جات می‌باشد. مصرف موضعی ویتامین سی نیز می‌تواند برای سلامت جلد مفید باشد [۲۵، ۱۱].

قسمی که قبلاً اشاره گردید یکی از دشمنان همیشگی سلامت جلد اشعه ماورای بنفش نورآفتاب است که با ایجاد و تولید رادیکال‌های آزاد و تعاملات اکسیجنی باعث تخریب جلد و آسیب به آن می‌شود. امروزه عامل اصلی پیری حجرات و در نتیجه پیری جلد را نیز همین رادیکال‌های آزاد می‌دانند. ویتامین سی (ال-آسکوربیک اسید) به عنوان یک کوفاکتور و آنتی‌اکسیدانت بیولوژیک به دلیل خواص ارجاعی آن شناخته می‌شود [۳، ۲۱].

امروز ثابت شده است که مصرف موضعی ویتامین سی در روی جلد این ویتامین را به میزان قابل توجهی افزایش داده و می‌تواند با عوارض اشعه ماورای بنفش b روی جلد که از علایم آن آفتاب‌سوختگی و سرخی جلد می‌باشد، مقابله نماید. این نوع محافظت توسط ویتامین سی، یک محافظت بیولوژیک به دلیل خواص ارجاعی ویتامین سی می‌باشد.

جالب است بدانید که اشعه ماورای بنفش آفتاب موجب تخلیه ویتامین سی جلد شده و این مسأله موجب می‌شود که جلد در معرض خطر ناشی از نورآفتاب قرار گیرد. هم‌چنین ویتامین سی قادر است جلد را نسبت به اشعه ماورای بنفش a نیز مقاوم‌تر سازد [۱، ۶].

استفاده مداوم از ویتامین سی نه تنها در درخشندگی جلد رول مهم را بازی می‌کند، بلکه برای مرطوب نگه داشتن و نرمی و لطافت جلد نیز مناسب می‌باشد، مخصوصاً افرادی که جلد خشک دارند باید به مراتب از ویتامین سی بیشتری استفاده کنند. برای افزایش رشد موها و جلوگیری از پوستک شدن جلد سر و ایجاد شوره و همین‌طور برای سخت شدن ناخن‌ها نیز مؤثر است. هم‌چنین به علت این که ویتامین سی خاصیت ضد التهابی دارد، برای جلوگیری از تخریب جلد توسط تابش آفتاب، بسیار مؤثر می‌باشد [۱، ۶].

این ویتامین به افزایش قدرت ایمنی بدن، استحکام بیره‌ها و دندان‌ها کمک می‌کند و هم باعث ساخت کولاجن یعنی قوی‌ترین بخش انساج اتصالی که تمام اعضای بدن را در کنار هم نگه می‌دارد، می‌شود. مهم‌ترین نقش ویتامین سی، کمک به تولید کولاجن که یک پروتئین مهم انساج اتصالی است، می‌باشد. ویتامین سی در هیدروکسیله کردن امینو اسیدهای پرولین و لایزین موجود در کولاجن و تقویت فایبرهای کولاجن یک کوفاکتور مهم می‌باشد. هم‌چنین ویتامین سی در

تولید پروتئین های دیگر مانند دو پامین- اپی نفرین (ادرینالین) و کارنیتین که در متابولیسم چربی ها دخیل می باشد، نقش دارد. همان طور که گفته شد، یک خاصیت بسیار مهم ویتامین سی، واکنش به رادیکال های آزاد و محافظت حجرات از آسیب اکسیدیشن می باشد [۹، ۱۳].

ویتامین سی در پیش گیری از بالا رفتن کولسترول خون و ایجاد لخته های خونی در رگ مؤثر می باشد. گفته می شود که این ویتامین بر خلاف تفکر همگان کمکی در پیش گیری از بروز سرماخوردگی نمی کند و فقط طول دوره بیماری را کوتاه و به تخفیف عوارض آن کمک می نماید. هم چنین مصرف این ویتامین باعث جذب بهتر آهن در بدن می شود و به افرادی که دچار کم خونی استند توصیه می گردد [۷، ۱۴، ۱۵].

به اعتقاد محققان، آنتی اکسیدانت هایی مانند ویتامین سی احتمالاً حجرات را از فشار اکسیدیشن که در سکنته ی مغزی مؤثر هستند، حفظ می کند. البته به گفته دانشمندان، ویتامین سی که از طریق مصرف طبیعی کسب شود، دارای اثر بیشتر می باشد [۱، ۶]. هم چنین در تحقیقی از دانشمندان مصرف این ویتامین را در تراکم استخوانی افراد مؤثر دانسته اند [۶، ۲۴].

در تحقیقی دیگر نیز یادآوری گردیده است که تزریق مقدار زیادی ویتامین سی به افراد و یا حیواناتی که دچار سرطان هستند باعث توقف رشد سرطان در آن ها می شود [۸، ۱۲]. این ویتامین می تواند زنجیره ای مخرب را در داخل حجرات بیمار به وجود آورد. گفته شده که تزریق این ویتامین به موش هایی که دچار تومور بودند، اندازه تومورهای آنان را به نصف کاهش داده است [۲، ۱۲].

این ویتامین از اکسیدیشن حجرات شحمی موجود در غشای حجروی توسط عوامل اکسیدکننده جلوگیری می کند؛ با تداوم اکسید شدن حجرات شحمی و ایجاد تغییرات در حجرات و ماده جنتیکی حجره باعث بروز برخی از سرطان ها می شود [۸].

محققان م مصرف این ویتامین را به کسانی که از بیماری های قلبی رنج می برند نیز توصیه کرده اند. زیرا کمبود ویتامین سی باعث تصلب شریان ها شده و کمبود آن در بیماران قلبی با خشکی و سفتی رگ ها همراه شده و باعث به وجود آمدن درد در این افراد می گردد [۲].

کمبود ویتامین سی سبب می شود که اسپرم ها به هم بچسبند که این حالت سبب ۱۶ درصد موارد ناباروری در حیوان مذکر می شود. شیر مادر دارای ویتامین سی به مقدار کم می باشد، به همین جهت به حیوان باردار باید مقدار بیشتری از این ویتامین تغذیه گردد [۲۶].

نقش بیوشیمی فزیولوژی ویتامین سی در بدن حیوان

مولیکول اسکوربت یک ماده‌ی قوی ارجاعی می‌باشد. طور عمده موجودیت این نوع عملیه‌ها (ارجاعی) به قسم انتی‌اکسیدانت‌ها مهم اند. این ماده به قسم مواد محافظوی طبیعی در غذای حیوانات خانگی استفاده می‌شود [۲۶].

اهمیت فزیولوژیکی ویتامین سی به قسم انتی‌اکسیدانت‌ها در سنگ‌پشت (pond turtles) به اثبات رسیده است. قسمی که دارای غلظت‌های بلند ویتامین سی در دماغ می‌باشند. این حیوانات تحمل بلند را برای تخلیه O_2 در اثنای آب‌بازی از خود نشان می‌دهند که این عمل شان از سبب ویتامین سی عاری از رادیکال‌های آزاد زهری است [۲۶].

دیگر تعاملات قابل یادآوری که اسکوربت را دربر می‌گیرد شامل هایدروکسیلیشن می‌باشند که از اوکسیجن مولیکولی (O_2) استفاده می‌نمایند و آن را به قسم کوفکتور نیز مورد استفاده قرار می‌دهند. به صورت عموم عملکرد بیوشیمی- فزیولوژی ویتامین سی این است که ماده تنفیض دهنده قوی است (انتی‌اکسیدانت)، جذب Fe^{++} را از روده ازدیاد می‌بخشد، سطح تشکیل کترکت را پائین آورده، فعالیت لیوکوسیت را بیشتر می‌سازد و اشتراک در تعاملات امیدیشن وابسته به CU^{++} در بیوستیز هورمون پولی پتاید را دارد [۱۰، ۱۸]، به قسم گروپ حامل، سلفیت در تشکیل گلوکوز امین گلایکان عمل می‌نماید. اشتراک در تعاملات هایدروکسیلیشن که اکسیجن را مصرف می‌کنند (Fe^{++} و یا CU^{++} به قسم کوفکتورها) و در تعاملات امیدیشن وابسته به CU^{++} در بیوستیز هورمون پولی پتاید، طور مثال، هورمون نمو (GH)، کورتیکوتروپین هورمون (CT) و هورمون محرک میلانوسایت (MSH) اشتراک دارد [۱۷، ۲۴، ۲۶].

نقش بیولوژیکی را که ویتامین سی در بدن انسان و حیوان انجام می‌دهد عبارت اند از تشکیل هایدروکسی پرولین و هایدروکسی لایزین در اثنای بیوستیز کولاجن، بیوستیز کارنیتین از لایزین و ۵-ادینوزیل میتیونین، هایدروکسیلیشن دوپامین در اثنای بیوستیز کتاکولامین، هایدروکسیلیشن هورمون‌های ستریوید، دواهای اروماتیک و سرطان‌زا در میکروزوم‌های جگر، هایدروکسیلیشن کولستیرول برای سنتیز اسید صفراوی جگر [۲، ۲۰].

در مجموع، بر علاوه وظایف فوق، دو نقش عمده بیوشیمیکی را که ویتامین سی در بدن انجام می‌دهد، یکی این که به قسم منبع مستقیم الکترون‌ها برای ارجاع اکسیجن کار می‌کند و دیگر به قسم ماده‌ی محافظوی برای نگه‌داشت و یا در حالت ارجاعی آن عمل می‌نماید. اسکوربت وظیفه دومی

را در میتابولیزم انساج ارتباطی به قسم حامل گروپ‌های سلفیت که برای ساختن گروپ‌های گلوکوزامین گلیکان نیاز است، عهده‌دار می‌باشد [۹، ۲۴].

وظایف دیگری را که اسکوربت در بدن انسان و حیوان انجام می‌دهد این است که در بیوسنتز کارنیتین از لایزین و S-ادینوزیل میتیونین استعمال می‌شود. اولین مرحله ساختن اسید صفراوی جگر از کولیسترول به وسیله‌ی ویتامین سی فعال می‌گردد. اسکوربت رول مهم را در بیوجنیک امین (کتاکولامین)، بیوسنتز در درینال میدولا، سیستم عصب مرکزی و سیستم‌های عصب سمپاتیک نیز بازی می‌نماید. ویتامین سی به قسم کو سبستریت در هایدروکسیلیشن دوپامین به نوراپی نفرین کار می‌کند و به وسیله انزایم دوپامین β -هایدروکسیلیز، کتلیز می‌گردد [۳].

علائم کم‌بود ویتامین سی

کم‌بود ویتامین سی در بدن به شیوه‌های مختلفی آشکار می‌گردد. اگرچه علائم و نشانه‌های کم‌بود ویتامین سی چندان دردسرساز نیستند، اما نتیجه‌ی کم‌بود طولانی مدت ویتامین سی می‌تواند بسیار خطرناک باشد؛ به همین دلیل لازم است کاملاً مراقب آن بود. کم‌بود شدید ویتامین سی می‌تواند منجر به بیماری اسکروی (نتیجه‌ی شکسته شدن کولاجن‌ها) شود [۴].

اسکروی باعث ایجاد احساس خستگی و درمانده‌گی گردیده، روی قدرت استخوان‌ها و ماهیچه‌ها اثر می‌گذارد و سیستم ایمنی را تضعیف می‌کند. امروزه، اسکروی به ندرت مشاهده می‌شود، چرا که فقط مقدار بسیار کمی ویتامین سی برای جلوگیری از این بیماری کافی است [۴].

البته باید توجه داشت که علائم مخفی و پنهان کم‌بود ویتامین سی نیز بسیار مهم هستند که عبارتند از: کبودی سریع جلد، التهاب بیرها، خون‌ریزی بیرها، تأخیر در بهبود، تورم بیرها، خشکی و شکنندگی مو، ایجاد نقطه‌های سرخ روی جلد، خون بینی، ضعف سیستم ایمنی، بیماری‌های هضمی مانند اسهال، افزایش وزن به علت گند شدن متابولیزم، پندیدگی در مفاصل [۳، ۱۹].

نتیجه‌گیری

با توجه به بحث بالا می‌توان چنین نتیجه گرفت که ویتامین سی یا ال-آسکوربت یا اسکوربیک اسید برای گونه‌های پیشرفته پستان‌داران مانند انسان، میمون‌ها، شمار اندکی از گونه‌های دیگر پستان‌داران به ویژه خوک چه هندی و خفاش‌ها، تعدادی از انواع پرنده‌ها قادر به ساختن آن در بدن خود نیستند.

ویتامین سی آنتی‌اکسیدانت می‌باشد، یعنی از آسیب رادیکال آزاد به حجرات و انساج بدن جلوگیری کرده و باعث تقویت دستگاه ایمنی می‌شود. این ویتامین موجب محافظت جلد در مقابل آثار مخرب

اشعه ماورای بنفش نور آفتاب می شود. هم چنین این ویتامین به افزایش قدرت ایمنی بدن، استحکام پیره‌ها و دندان‌ها کمک می‌کند و هم باعث ساخت کولاجن قوی‌ترین بخش از ساج اتصالی که تمام اعضای بدن را با هم وصل می‌سازد، شده و در پیش‌گیری از بالارفتن کولیسترول خون و ایجاد لخته‌های خونی در رگ مؤثر است. بر علاوه آن ویتامین سی در فعالیت‌های فزیوشمیک سهم فعال دارد و هم در فعالیت‌های بیولوژیکی عضویت انسان و حیوان نقش بازی می‌کند.

در مجموع، بر علاوه وظایف فوق دو نقش عمده بیوشیمیکی را ویتامین سی در بدن انجام می‌دهد، یکی این که به قسم منبع مستقیم الکترون‌ها برای ارجاع اکسیجن کار می‌کند و دیگری به قسم ماده‌ی محافظوی برای نگه‌داشت و یا در حالت ارجاعی آن عمل می‌نماید. علایم کم‌بود ویتامین سی عبارت اند از: کبودی سریع جلد، التهاب پیره‌ها، خون‌ریزی پیره‌ها، تأخیر در بهبود، تورم پیره‌ها، خشکی و شکنندگی مو، ایجاد نقطه‌های سرخ روی جلد، خون بینی، ضعف سیستم ایمنی، بیماری‌های هضمی مانند اسهال، افزایش وزن به علت شدن متابولیزم، پندیدگی در مفاصل.

- [1]. Ang, A., Pullar, J.M, Currie, M.J., Vissers, M. (2018). "Vitamin C and immune cell function in inflammation and cancer". *Biochemical Society Transactions*. P 46.
- [2]. Bjelakovic, G., Nikolova, D., Gluud, L.L., Simonetti, R.G., Gluud, C. (2012). The Cochrane Database of Systematic Reviews "Antioxidant supplements for prevention of mortality in healthy participants and patients with various diseases". P 55.
- [3]. Burns, J.J., Evans, C. (1956). "The synthesis of L-ascorbic acid in the rat from D-glucuronolactone and L-gulonolactone". *The Journal of Biological Chemistry*. p 22.
- [4]. Cortés-Jofré, M., Rueda, J.R., Corsini-Muñoz, G., Fonseca-Cortés, C., Caraballoso, M., Bonfill Cosp X. (2012). The Cochrane Database of Systematic Reviews. "Drugs for preventing lung cancer in healthy people". pp 100-102.
- [5]. Davies, M.B., Austin J, Partridge DA. (1991). *Vitamin C: Its Chemistry and Biochemistry*. The Royal Society of Chemistry. p 48.
- [6]. Davies, M.B., Austin John, A., Partridge, David, A. (1991). *Vitamin C: its chemistry and biochemistry*. Cambridge [Cambridgeshire]: Royal Society of Chemistry. P 9.
- [7]. Dietary Reference Intakes for Japanese. (2010). *Water-Soluble Vitamins Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. P 9.
- [8]. Du, J., Cullen, J.J., Buettner, G.R. (2012). *Biochimica et Biophysica Acta*. "Ascorbic acid: chemistry, biology and the treatment of cancer".pp 57-59.
- [9]. Gropper, S.S., Smith, J.L., Grodd, J.L. (2005). *Advanced nutrition and human metabolism*. pp 260-275
- [10]. Henson, D.E., Block, G., Levine, M. (1991). "Ascorbic acid: biologic functions and relation to cancer". *Journal of the National Cancer Institute*. p 83.
- [11]. Hodges, R.E., Baker, E.M., Hood, J., Sauberlich, H.E., March, S.C. (1969). *Experimental scurvy in man*. *The American Journal of Clinical Nutrition*. pp 19-25.
- [12]. Jenness, R., Birney, E., Ayaz, K. (1980). *Comparative Biochemistry and Physiology*. "Variation of l-gulonolactone oxidase activity in placental mammals". pp 195-204.
- [13]. Larry, R., EngelKing. (2004). *Text Book of veterinary Physiological Chemistry*. 1st ed. Printed in USA. pp 220-224.
- [14]. Luo, J., Shen, L., Zheng, D. (2014). "Association between vitamin C intake and lung cancer: a dose-response meta-analysis". *Scientific Reports*. 4: 6161. P 25.
- [15]. Nishikimi, M., Kawai, T., Yagi, K. (1992). "Guinea pigs possess a highly mutated gene for L-gulono-gamma-lactone oxidase, the key enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in this species". *The Journal of Biological Chemistry*. P 234.

- [16]. Mathew, M.C., Ervin, A.M., Tao, J., Davis, R.M. (June 2012). "Antioxidant vitamin supplementation for preventing and slowing the progression of age-related cataract". The Cochrane Database of Systematic Reviews. Pp 89-92.
- [17]. May, J.M., Qu, Z.C., Qiao, H., Koury, M.J. (2007). "Maturational loss of the vitamin C transporter in erythrocytes". Biochemical and Biophysical Research Communications. Pp 29-33.
- [18]. Meister, A. (2015). Journal. Biological. Chemistry. "Glutathione-ascorbic acid antioxidant system in animals". pp 57-82.
- [19]. Michels, A., Frei B. (2012). Biochemical, Physiological, and Molecular Aspects of Human Nutrition. Vitamin C. In Caudill MA, Rogers M (eds). pp 627-654.
- [20]. Ohta, Y., Nishikimi, M. (1999). "Random nucleotide substitutions in primate nonfunctional gene for L-gulonogamma-lactone oxidase, the missing enzyme in L-ascorbic acid biosynthesis". Biochimica et Biophysica Acta. P 231.
- [21]. Pemberton, J. (2006). International Journal of Epidemiology. "Medical experiments carried out in Sheffield on conscientious objectors to military service during the 1939-45 war". pp 89-112.
- [22]. Peterkofsky, B. (1991). "Ascorbate requirement for hydroxylation and secretion of procollagen: relationship to inhibition of collagen synthesis in scurvy". The American Journal of Clinical Nutrition.p 54.
- [23]. Sealock, R.R., Goodland, R.L., Sumerwell, W.N., Brierly, J.M. (1952). The Journal of Biological Chemistry. "The role of ascorbic acid in the oxidation of L-Tyrosine by guinea pig liver extracts". p 68.
- [24]. The Riordan IVC Protocol for Adjunctive Cancer Care: Intravenous Ascorbate as a Chemotherapeutic and Biological Response Modifying Agent_ (PDF). Riordan Clinic Research Institut. February 2013. Retrieved 2 February 2014.
- [25]. UK Food Standards Agency: "Current EU approved additives and their E Numbers". Retrieved 2011. pp 10-27.
- [26]. Wintergerst, E.S., Maggini, S., Hornig, D.H. (2006). Annals of Nutrition & Metabolism. "Immune-enhancing role of vitamin C and zinc and effect on clinical conditions". P 67.