

## اندازه گیری همزمان ویتامین A و E به روش Reversed Phase HPLC

محمدحسین اعرابی<sup>۱</sup>، دکتر محمود جلالی<sup>۲</sup>

### چکیده

سابقه و هدف: با توجه به نقش آنتی اکسیدانی و خواص حفاظتی ویتامین های A و E در مقابل سرطان ارزیابی آنها از اهمیت بالایی برخوردار است. اندازه گیری این ویتامین ها نیاز به روش های دقیق و قابل اعتمادی دارد، لذا به منظور اندازه گیری دقیق همزمان ویتامین A و E با دستگاه HPLC، این تحقیق انجام گرفت. مواد و روش ها: تحقیق به روش Exploratory survey انجام گرفت. پس از استخراج و آماده سازی نمونه سرمی، ۵۰ میکرولیتر از این نمونه به دستگاه HPLC تزریق شد. روش اندازه گیری به روش کروماتوگرافی فاز معکوس با آشکار ساز (دتکتور) UV و ستون Super Pacpep-S با سرعت جریان (Flow rate) ۱/۵ میلی لیتر در دقیقه و فاز متحرک متانول ۹۵ درصد و مدت زمان آزمایش ۱۵ دقیقه بود. زمان بازداری، درصد تغییر پذیری، تکرار پذیری، تاثیر زمان و نیز میزان بازیافت ویتامین ها اندازه گیری شد. یافته ها: ویتامین A، رتینیل استات (استاندارد داخلی) و ویتامین E به ترتیب در محدوده زمانی ۳/۴، ۴/۷ و ۱۱/۵ دقیقه از ستون خارج شدند. حد تشخیص دستگاه برای ویتامین A حدود ۲۰ng/ml و برای ویتامین E حدود ۱μg/ml بود. بازیافت ویتامین A و E به ترتیب ۷۸/۲ و ۹۰/۸ درصد بود. نتیجه گیری: اندازه گیری ویتامین A و E به روش HPLC همراه با تغییراتی در روش های قبلی، روشی عملی در بالا بردن کیفیت اندازه گیری آنها به ویژه قسمت بازیافت ویتامین ها است. انجام پژوهش های دیگر برای بالا بردن کیفیت اندازه گیری ویتامین های A و E توصیه می شود.

واژگان کلیدی: اندازه گیری، ویتامین A، ویتامین E، HPLC

۱- گروه بیوشیمی و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۲- دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت

## مقدمه

ویتامین‌های A و E اثرات بیولوژیک متعددی دارند و اهمیت آنها روز به روز آشکارتر می‌گردد (۱). از جمله نقش‌های این دو ویتامین که در سلامت بدن حیاتی است عمل حفاظتی در مقابل رادیکال‌های آزاد یا به عبارت دیگر نقش آنتی‌اکسیدانی این دو ویتامین است (۲ و ۳) به طوری که کمبود این ویتامین‌ها احتمال بروز اختلالاتی مثل سرطان، بیماری‌های قلب و عروق و عفونت‌ها را بیشتر می‌کند و میزان این ویتامین‌ها در بیماری‌های متعدد دستخوش تغییر می‌گردد (۴ و ۵ و ۶)، لذا اندازه‌گیری همزمان این دو ویتامین بیش از پیش اهمیت پیدا کرده است.

در این راستا روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری غلظت ویتامین A و E در سرم و سایر مایعات بیولوژیک ابداع شده است که از آن جمله می‌توان روش رنگ‌سنجی و فلوری‌متری نام برد (۷ و ۸). این روش‌ها معمولاً وقت‌گیر هستند و از حساسیت و دقت کمی برخوردار هستند. با ابداع روش‌های کروماتوگرافی مایع با کارکرد عالی HPLC اندازه‌گیری این ویتامین‌ها دقیق‌تر و حساس‌تر شده است (۹ و ۱۰). با توجه به اینکه این ویتامین مورد توجه خاص پژوهش‌گران و متخصصان بالینی است، اهمیت راه‌اندازی روشی آسان و دقیق در اندازه‌گیری آنها دو چندان می‌شود، لذا به منظور راه‌اندازی روش اندازه‌گیری دقیق و هم‌زمان ویتامین A و E با تغییرات در روش‌های قبلی روش جدیدی مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

تحقیق به روش Exploratory survey انجام گرفت. پژوهش حاضر به روش تجربی بر روی

نمونه خون افراد مراجعه‌کننده به پایگاه انتقال خون تهران انجام شد.

چون ویتامین‌های A و E در مایعات بیولوژیک به ویژه در تماس با نور و هوا ناپایدار هستند، (۱۱) بنابراین تمام نمونه‌های سرم در لوله‌های سرپوشیده و با پوشش تیره نگهداری شد. فضای خالی لوله به وسیله جریان گاز نیتروژن پر شد، و نمونه‌ها تا هنگام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

۲۰۰ میکرولیتر سرم به یک لوله پلی پروپیلینی ۲ میلی‌لیتری درب‌دار ریخته شد و ۵۰ میکرولیتر استاندارد داخلی (رتینیل استات)، ۲۰۰ میکرولیتر اتانول و ۲۰۰ میکرولیتر متانول به سرم اضافه شد. پس از ۱۰ ثانیه ورتکس، ۵۰۰ میکرولیتر هگزان به آن اضافه شد و مجدداً به مدت ۶۰ ثانیه ورتکس شد. سپس مخلوط در زمان ۵ دقیقه با دور ۱۵۰۰ سانتریفوژ شد. در مرحله بعد فاز رویی کنار گذاشته شد. مجدداً ۵۰۰ میکرولیتر هگزان به مخلوط اضافه شد و به مدت ۶۰ ثانیه ورتکس شد و مشابه مرحله قبل فاز رویی جدا شد، آنگاه مجموع فازهای رویی در دمای ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد تحت گاز نیتروژن تبخیر شد تا فاز هگزانی کاملاً خشک شود. به قسمت خشک شده ۲۰۰ میکرولیتر متانول اضافه و حل شد و ۵۰ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC تزریق شد.

## متد HPLC

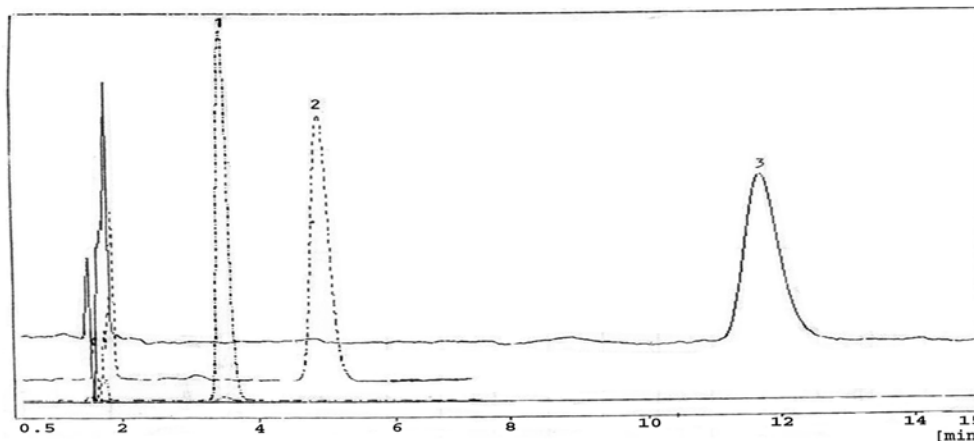
این روش بر اساس کروماتوگرافی با فاز معکوس است. مواد مورد نیاز شامل Retinol all trans،  $\alpha$  توکوفرول، ترانس رتینیل استات، متانول، اتانول و n هگزان مخصوص HPLC بود. سیستم HPLC مورد استفاده از نوع Pharmacia, LKB با آشکار ساز مدل ۲۲۴۱ از نوع UV multi wave length،

جذب، تکرارپذیری (Reliability) در یک روز و ۴ روز متوالی و تأثیر زمان روی تغییر غلظت ویتامین‌ها تعیین گردید.

#### یافته‌ها

پس از تزریق استانداردهای ویتامین A، رتینیل استات و  $\alpha$  توکوفرول به طور جداگانه، زمان بازداری (Retention time) هرکدام در کروماتوگرام شماره ۱ ارائه گردیده است و نشان می‌دهد که به ترتیب در محدوده ۳/۴، ۴/۷، ۱۱/۵ دقیقه است.

و ستون به کار رفته از نوع Super pac pep-s با سرعت زمان آزمایش (RUN) ۱۵ دقیقه و میزان تزریق ۵۰ میکرولیتر بود. طول موج انتخابی از شروع آزمایش تا ۷ دقیقه ۳۲۵ نانومتر و از ۷ تا ۱۵۰ دقیقه ۲۹۲ نانومتر بود. پس از پایان جداسازی ویتامین‌ها و ترسیم کروماتوگرام توسط نرم‌افزارهای HPLC manager و Nelson به محاسبات و تفسیر منحنی اقدام گردید. زمان بازداری (Retention time)، درصد تغییرپذیری [ضریب تغییرات (Coefficient of Variation) با ۱۰ تکرار] میزان



کروماتوگرام ۱

منحنی‌های مربوط به تزریق، استانداردهای خالص ویتامین A (۱) رتینول استات (۲) و ویتامین E (۳)

شرایط: ستون C2/C18 - سرعت عبور فاز متحرک ۱/۵ ml/min

میزان تزریق ۵۰. UV-Visible آشکارساز. طول موج برای ویتامین A رتینول استات، ۳۲۵ نانومتر و برای ویتامین E ۲۹۲ نانومتر.

می‌دهد که تکرارپذیری رتینول و رتینیل استات بیشتر از  $\alpha$  توکوفرول است

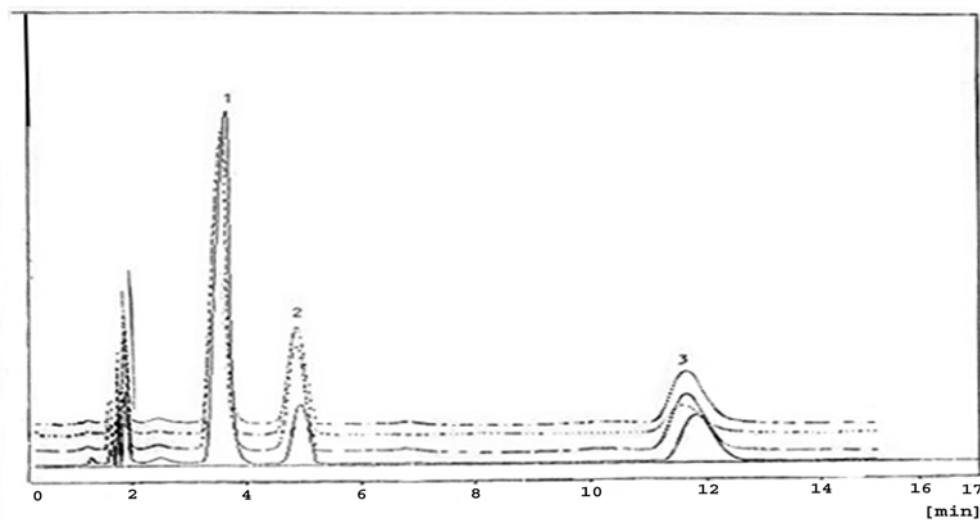
درصد تغییرپذیری پس از تزریق مکرر هرکدام از ویتامین‌ها، در جدول ۱ ارائه گردیده است و نشان

جدول ۱- تکرارپذیری زمان بازداری ویتامین A، رتینیل استات، ویتامین E

درصد * CV	دامنه تغییرات (دقیقه)	زمان ( $\pm$ انحراف معیار) (دقیقه)	زمان بازداری / نمونه‌ها
۱	۳/۴۳ - ۳/۵۲	۳/۴۷ $\pm$ ٪۳۵	ویتامین A
۱/۱	۴/۸۲ - ۴/۹۹	۴/۸۶ $\pm$ ٪۵۳	رتینیل استات
۲/۲۶	۱۱/۶۵ - ۱۲/۷	۱۱/۹۵ $\pm$ ٪۲۷	ویتامین E

\* ضریب تغییرات (coefficient of variation)

پس از تزریق سرم آماده‌سازی شده به دستگاه مشاهده شد که منحنی‌هایی در محدوده زمان بازداری (RT) استانداردها ایجاد می‌شود (کروماتوگرام شماره ۲).



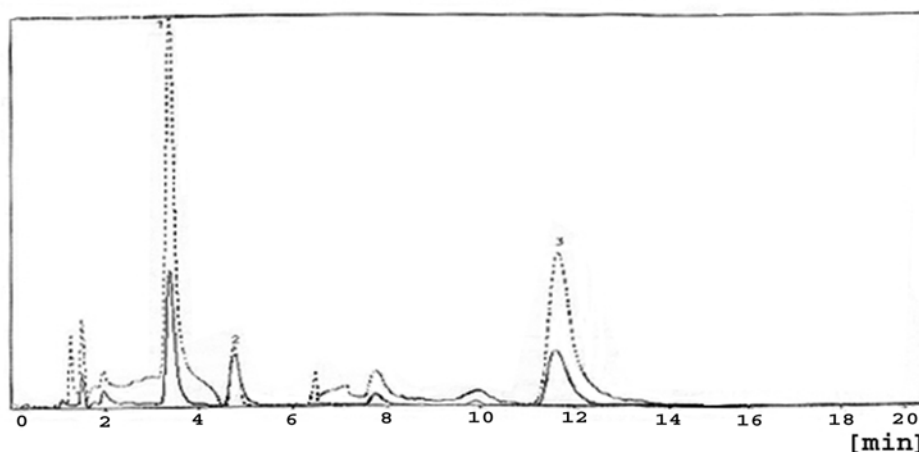
کروماتوگرام ۲

منحنی‌های استاندارد مخلوط حاصل از ۴ تزریق مکرر منحنی‌ها ۱- ویتامین A ، ۲- رتینول استات ۳- ویتامین E

شرایط: ستون C2/C18 - سرعت عبور فاز متحرک ۱/۵ ml/min

میزان تزریق U1. ۵- آشکارساز UV-Visible ، طول موج ۷ دقیقه اول ۳۲۵ نانومتر و از دقیقه ۷ به بعد ۲۹۲ نانومتر

برای اطمینان از این تناسب استاندارد ویتامین A و E به نمونه سرم اضافه شد و منحنی آن با حالت گردیده است و نشان می‌دهد که میزان جذب ویتامین A و E افزایش چشمگیری داشته است. قبل مقایسه شد که در کروماتوگرام شماره ۳ ارائه



کروماتوگرام ۳- مقایسه منحنی‌های حاصل از تزریق سرم و استاندارد مخلوط افزوده شده به سرم منحنی

(۱) ویتامین A ، (۲) رتینول استات (۳) ویتامین E خط ممتد: سرم

خط منقطع: سرم + استاندارد مخلوط شرایط: ستون C2/C18 = سرعت عبور فاز متحرک ۱/۵ ml/min - میزان تزریق U1. ۵

آشکارساز: UV-Visible طول موج تا ۷ دقیقه، ۳۲۵ نانومتر، بعد از ۷ دقیقه ۲۹۲ نانومتر

سرمی انجام شد. تکرارپذیری غلظت ویتامین A و E در سرم طی یک روز و ۴ روز متوالی در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است و نشان می‌دهد که غلظت ویتامین‌ها در طی زمان‌ها و تکرارها قابل قبول بوده است و اختلاف آنها به لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

در تعیین حداقل حساسیت (Limit-Detection) دستگاه برای ویتامین A و E مشخص شد که آخرین حد آشکارسازی برای ویتامین A حدود ۲۵ng/ml و برای ویتامین E حدود ۱ug/ml است. پس از بررسی تمام شرایط، عمل کالیبراسیون برای هر کدام در غلظت‌های مختلف استاندارد در محیط

جدول ۲- دقت و تکرارپذیری غلظت ویتامین‌های A و E به تفکیک یک روز و چهار روز

ضریب تغییرات (درصد)	دامنه تغییرات	میزان	تکرارپذیری	
			زمان‌های بررسی	ویتامین‌ها
۱/۳	۶۸/۲۵-۷۱/۰۷ (μg/dl)	۶۹/۷۶ ± ۰/۹۴ (μg/dl)	یک روز (N=۵)	A
			چهار روز (N=۴)	
۶/۹	۹۳۵ - ۱۱/۳ (μg/dl)	۱۰/۲ ± ۰/۷۱ (μg/dl)	یک روز (N=۵)	E
			چهار روز (N=۴)	

ندارد اما ویتامین E در این مدت کاهش قابل ملاحظه‌ای دارد.

تأثیر مدت زمان روی تغییرات غلظت ویتامین در جدول شماره ۳ ارائه گردیده است و نشان می‌دهد که غلظت ویتامین A تا ۶۰ دقیقه تغییر محسوسی

جدول ۳- تغییرات غلظت ویتامین‌های A و E در طی زمان

زمان (دقیقه)	غلظت ویتامین A (µg/dl)	غلظت ویتامین E (µg/dl)
۰	۰/۴۵۰	۷/۱۵
۲۰	۰/۴۴۷	۶/۲۱
۶۰	۰/۴۴۱	۵/۶۹
	*۰/۴۴۶±۰/۰۰۴۶	*۶/۳۵±۰/۰۷۴
	** CV = ۱ درصد	CV = ۱۱/۶ درصد

\* میانگین ± انحراف معیار \*\* ضریب تغییرات

میزان بازیافت به سرمی که غلظت ویتامین A و E آن دقیقاً مشخص شده بود مقداری معین ویتامین A و رتینیل استات و ویتامین E اضافه شد. پس از مراحل استخراج و آماده‌سازی نمونه به دستگاه تزریق شد. این عمل چندین بار تکرار شد. نتایج در جدول شماره ۴ ارائه گردید و نشان می‌دهد که میزان بازیافت ویتامین A برابر  $7/8 \pm 7/8$  و میزان بازیافت ویتامین E برابر  $11/3 \pm 9/77$  بود.

جدول ۴ - میزان بازیافت و درصد خطاهای ویتامین‌های A و E

ویتامین A (ug/dl)			ویتامین E (ug/ml)			ردیف
درصد بازیافت	درصد خطا	مقدار مشاهده شده	درصد بازیافت	درصد خطا	مقدار مشاهده شده	
۷۹/۲۲	۲۰/۸	۲۶/۳	۱۰۰/۲	-۰/۲	۸/۰۱	۱
۸۵/۵۱	۱۴/۴۹	۲۸/۲۲	۹۴/۴	۵/۶	۶/۲۳	۲
۶۹/۹	۳۰/۱	۲۳/۱	۷۷/۷	۲۲/۳	۵/۱۳	۳
$7/8 \pm 7/8$			$9/77 \pm 11/3$			جمع (میانگین ± انحراف معیار)

ب) تغییر طول موج: طول موج انتخابی برای رتینول و رتینیل استات ۳۴۰ نانومتر و برای  $\alpha$  توکوفرول ۲۸۰ نانومتر بود. اما پس از بررسی  $\lambda_{max}$  در طول موج‌های مختلف، در سیستم دکتور ما مشخص شد که رتینول در طول موج ۳۲۵ نانومتر و  $\alpha$  توکوفرول در ۲۹۲ نانومتر بیشترین جذب را دارد.

ج) تغییر در روش استخراج: در روش قبلی (۹) عمل استخراج یک بار و با افزودن ۱ میلی لیتر هگزان انجام شد اما با توجه به اینکه هرچه مرحله استخراج بیشتر شود مقدار بازیافت ویتامین‌ها بیشتر است (۱۶) ما در دو مرحله استخراج، ۱ میلی لیتر هگزان اضافه نمودیم که مقدار بازیافت به طور قابل توجهی افزایش یافت.

هم‌چنین دور سانتریفوژ ۱۰۰۰ دور در دقیقه پیشنهاد شده بود که بنا به تجربه مشاهده شد که در دور

## بحث

تحقیق نشان داد که راه‌اندازی و اندازه‌گیری هم‌زمان ویتامین A و E به روش Reverse phase HPLC مقدر است. تاکنون انواع روش‌های مختلف HPLC برای اندازه‌گیری ویتامین A و E به صورت منفرد و یا هم‌زمان ابداع شده است (۱۵ و ۱۴ و ۱۳ و ۱۲ و ۹) در بررسی و مطالعه روش‌های مختلف روش Cuesta Sanz (۹) به دلیل سادگی و کارایی نسبتاً مناسب به عنوان اساس روش اندازه‌گیری انتخاب شد. اما تغییراتی در آن روش نیز انجام شد که شامل:

الف) ستون: ستون مورد استفاده دارای ماتریکس C2/C18 بود که برای اولین بار از این ستون جهت اندازه‌گیری ویتامین A و E استفاده شد. از مزایای این ستون جداسازی بسیار عالی و عدم تداخل مواد با یکدیگر و هم‌چنین تکرارپذیری عالی آن است.

کمتر از روش قبل بود (۲/۸۴ در مقابل ۶/۹) که شاید مهم‌ترین دلیل آن طولانی بودن زمان جداسازی ویتامین E باشد. در یک جمع‌بندی به نظر می‌رسد که سنجش هم‌زمان ویتامین A و E عملی است و از نظر کیفیت اندازه‌گیری به ویژه در زمینه بازیافت نسبت به روش‌های متعارف قابل قبول می‌باشد. انجام پژوهش‌های دیگر برای استخراج و اندازه‌گیری ویتامین A و E در مایعات بیولوژیک دیگر و هم‌چنین ارتقاء کیفیت آزمایش توصیه می‌شود.

۱۵۰۰ جدا شدن فازها از همه بهتر و آسانتر است. درصد بازیافت ما در مقایسه با روش *cuesta sanz* کمی اختلاف دارد، به طوری که درصد بازیافت ویتامین A کمتر از روش فوق (۷۲/۲۸ درصد در مقابل ۱۰۳/۱ درصد) ولی در مورد ویتامین E درصد بازیافت کمی بیشتر (۹۰/۸ درصد در مقابل ۹۰/۲ درصد) بود. تکرارپذیری ما نیز با روش آنها تفاوت اندکی داشت، به طوری که درصد تغییرپذیری ویتامین A در یک روز در روش ما بهتر بود (۱/۳۴ در مقابل ۱/۸۵) ولی در مورد ویتامین E تکرارپذیری ما

#### References:

- 1- Eitenmiller R-R. Vitamins in human health and Disease. Trends in food science & technology 1997; 8 (6): 317.
- 2- Meagher Emma A. Antioxidant vitamin and atherosclerotic vascular Disease. ACC Current Journal . 1999; 8 (5): 22.
- 3- Fang YZ, Yang SWu G. Free radicals, antioxidant and nutrition 2002, 18(10): 872-9
- 4- Dutta A, Dutta S K. Vitamin E and its role in the prevention of atherosclerosis and Carcinogenesis: 2003; 22(4): 528-68.
- 5- Kimminck GG, Bell Ra, Bosick RM. Vitamin E and breast cancer. Nutr Cancer 1997; 27(2): 109-17.
- 6- Stephensen CB. Vitamin A infection and immune function. Annu Rev Nutr. 2001; 21: 167-192.
- 7- Henry JR, In clinical chemistry principles and techniques. Harper and Row publisher 1964
- 8- McCromick DB, Wright Lemvel D. Vitamin and Coenzyme: methods in enzymology. 1980 Vol 67 part F.
- 9- Cuesta Sanz D, Santa Gruz M.C: Simultaneous measurement of retinol and  $\alpha$  tocopherol in human serum by high performance liquid chromatography with ultraviolet Detection, J. chromatog 1986: 380, 140-4,
- 10- Calias S. Ruberto Bonia F: Determination of vitamin A vitamin E and their esters. J Pharm Sci Apr 1995; 84(4).
- 11- Packer L. Retinoids molecular and metabolic aspects. methods in enzymology. 1990 Vol 98 part A
- 12- Browne RW, Armstrong D. Simultaneous determination of serum retinol, tocopherols, and carotenoids by HPLC. Methods Mol Biol. 1998; 108: 269-75
- 13- Abahusain MA, Wright J, Dickerson JW, de Vol EB. Retinol , alpha-tocopherol and carotenoids in diabetes. Eur J Clin Nutr. 1999 Aug ; 53(8): 630-5.
- 14- Lee BL, New AL, Ong CN. Simultaneous determination of tocotrienols, tocopherols, retinal, and major carotenoids in human plasma. Clin Chem. 2003 49(12): 2056-66
- 15- Weinmann AR, Oliveira MS, Jorge SM, Martins AR. Simultaneous high- performance liquid chromatographic determination of retinol by fluorometry and of tocopherol by ultraviolet absorbance in the serum of newborns. J Chromatogr B Biomed Sci Appl. Jun 1999; 729 (1-2): 231-6
- 16- Zamman Z, Filden P & Frost P.G. Simultaneous determination of vitamin A and E and carotenoids in plasma by Reversed-phase HPLC in elderly and younger subjects, Clin Chem, 1993; 39,10,2229-34.