

ویتالامین ها



تهیه و تدوین:
وحید صالحی

Vitamin

بخش چهارم

فهرست مطالب

۲	I. ویتامین‌ها.....
۵	۱) ویتامین A.....
۶	أ. نقش ویتامین A در سیستم ایمنی.....
۷	ب. دیگر علائم کمبود:.....
۷	ج. عوامل مؤثر بر احتیاجات ویتامین A:.....
۷	۲) ویتامین D.....
۱۱	۳) ویتامین E.....
۱۳	أ. نقش ویتامین E در سیستم ایمنی.....
۱۴	۴) ویتامین K.....
۱۵	۵) تیامین B _۱
۱۶	أ. کمبود:.....
۱۶	۶) ریپولاوین B _۲
۱۷	۷) اسید نیکوتنیک یا نیکوتین آمید.....
۱۷	۸) اسید پانتوتنیک.....
۱۸	۹) ویتامین B _۶
۱۸	أ. کارکردهای ویتامین B _۶
۱۸	ب. علل کمبود B _۶
۱۹	ج. عوارض ناشی از کمبود B _۶ :.....
۱۹	د. تشخیص.....
۱۹	۱۰) اسید فولیک.....
۲۰	۱۱) بیوتین.....
۲۱	۱۲) کولین.....
۲۱	۱۳) ویتامین B _{۱۲}
۲۲	۱۴) ویتامین C.....
۲۲	أ. فعالیت فیزیولوژیک ویتامین C.....
۲۲	ب. نقش ویتامین C در سیستم ایمنی.....

ویتامین‌ها

ویتامین‌ها دسته‌های مختلفی از ترکیبات آلی هستند که به مقادیر بسیار کم، مورداحتیاج موجودات زنده بوده و اساساً برای حفظ سلامتی، رشد و تولیدمثل کاملاً ضروری می‌باشند. با توجه به اهمیت ویتامین‌ها در متابولیسم موجودات زنده در نیم‌قرن گذشته مطالعات فراوانی در زمینه کشف ویتامین‌های مختلف به عمل آمده که در نتیجه این یافته‌ها از یک طرف میزان محصولات دام و طیور به طور چشم‌گیری افزایش یافته و از طرف دیگر از بروز بسیاری از بیماری‌های تغذیه‌ای جلوگیری به عمل آمده است.

برخلاف سایر عناصر غذایی شباهت کمتری در ساختمان شیمیایی ویتامین‌ها وجود دارد. تقسیم‌بندی آن‌ها بر اساس خصوصیات خاصی صورت می‌گیرد. ویتامین‌ها ترکیباتی هستند آلی، توسط بدن ساخته نمی‌شود و به میزان بسیار جزئی موردنیازند. ویتامین‌ها از اعضای اصلی ساختمان بدن نیستند و بیشتر به صورت کوآنزیم و یا تنظیم‌کننده سوخت‌وساز در بدن بکار می‌روند.

عوامل مختلفی نیاز به ویتامین‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد:

۱- گونه پرنده: مثلاً سویه‌ای از بلدرچین نیاز مبرمی به افزودن کولین به جیره دارد، درحالی‌که مقداری از کولین ر بدن مرغ‌ها ساخته میشود.

۲- در داخل سویه‌ها هم تفاوت نیاز مشاهده میشود مثلاً نیاز ویتامینی جوجه‌های گوشتی بیشتر از تخم‌گذارها است.

۳- شرایط نگهداری هم موثر است. بعنوان مثال پرندگان پرورش یافته روی بستر مقداری از ویتامین‌ها را از بستر بدست می‌آورند.

۴- نوع غذا و مواد خوراکی هم موثر است. مثلاً در بعضی از اقلام غذایی موادی وجود دارد که مانع جذب برخی ویتامین‌ها در دستگاه گوارش می‌شوند. مثلاً اگر چربی غیر اشباع در جیره فراوان باشد باید به میزان ویتامین E افزوده شود.

نکته: اگر در هنگام جیره نویسی از ترکیبات غذایی موجود در جداول استاندارد غذایی استفاده گردد ممکن است اشتباهاتی در تأمین مواد غذایی رخ دهد، چراکه شرایط آب و هوایی، خصوصیات خاک، مقدار و نوع کود مصرفی و... روی ویتامینهای مواد خوراکی تأثیر می‌گذارند، از این رو در جیره نویسی توصیه میشود مقدار ویتامین موجود در مواد غذایی در نظر گرفته نشود. نیازهای گله از طریق افزودن مکمل‌ها تامین گردد.

امروزه شرکت‌های تولید کننده ویتامین‌ها روش‌های مختلفی را برای پایداری بیشتر ویتامین‌ها به کار می‌برند یکی از این روش‌ها استفاده از مشتقات پایدارتر ویتامین‌هاست. مثلاً ویتامین C

خالص پایدار نیست اما شکل فسفات آن پایدارتر است. یا ویتامین A را با یک لایه ژلاتینی پوشش می‌دهند که به پایداری بیشتر آن می‌انجامد. نکته بسیار مهم در اینجا این است که به نام ویتامین‌های موجود بسنده نکنیم بلکه به نوع ترکیب آن توجه کنیم مثلاً تیامین هیدروکلراید بسیار آسیب پذیرتر از تیامین منونیتراست است.

از آنجاییکه معمولاً مقدار ویتامین‌های خالصی که باید به خوراک افزوده شوند بسیار کم است، امکان استفاده از آنها به طور مستقیم و جداگانه به خوراک وجود ندارد. برای اطمینان از مخلوط شدن مناسب ویتامین‌ها با سایر اجزای خوراک، ضروری است ویتامین‌های مورد نظر پس از مخلوط شدن با ماده حمل کننده^۱ یا رقیق کننده^۲ به صورت مکمل با خوراک مخلوط شوند. مواد حمل کننده باید به گونه‌ای باشند که با ویتامین‌ها واکنش شیمیایی نداشته باشند، عاری از رطوبت باشند و قادر به ذخیره ویتامین‌ها در خلل و فرج خود باشند. از جمله این مواد می‌توان به سبوس گندم، پوسته برنج، آرد ذرت و آرد کنجاله سویا اشاره نمود. سبوس برنج به دلیل داشتن مقدار زیادی از چربی‌های غیر اشباع برای این منظور مناسب نیست. این چربی‌ها به سرعت اکسیده شده و موجب تخریب ویتامین‌ها می‌گردند. همچنین کربنات کلسیم هم می‌تواند بعنوان رقیق کننده مورد استفاده قرار بگیرد اما در مقادیر بالا اثر مخرب دارند.

سولفات مس و سولفات آهن بسادگی موجب تخریب ویتامین‌ها می‌گردند از اینرو باید به صورت جداگانه در مکمل مواد معدنی در نظر گرفته شوند. همچنین کولین هم که اثر مخرب روی ویتامین‌ها دارد بهتر است در مکمل معدنی و یا حتی جداگانه مورد استفاده قرارگیرد.

نور و رطوبت اثر مخربی بر مکمل‌ها دارند بخصوص ویتامین D که در اثر رطوبت سریعاً تخریب می‌شود. فشار هم میتواند بر ویتامین‌ها اثر مخرب داشته باشد برای همین در جیره‌های پلت باید مقدار ویتامین‌ها را بیشتر در نظر گرفت.

در شرایط تجاری معمولاً نشانه‌های کمبود ویتامین‌ها کمتر دیده می‌شود اما با این حال ممکن است عوارض ریز مشاهده گردند:

۱- کاهش سزعت رشد در جوجه‌های گوشتی

۲- چربی بیش از حد لاشه

۳- راندمان نامطلوب خوراک

۴- کاهش مقومت در برابر بیماری‌ها

۵- عدم پاسخ مناسب به واکسن‌ها

۶- عدم یکنواختی گله

۷- تاخیر در رشد

۸- پایین بودن تمام صفات تولیدی اعم از هچ، تولید و ...

به‌طور کلی ویتامین‌ها را از نظر قابلیت حل‌الیت به دو گروه محلول در آب و محلول در چربی تقسیم می‌نمایند.

ویتامین‌های محلول در چربی عبارتند از: ویتامین *A*، ویتامین *E*، ویتامین *D*^۳، ویتامین *K*

ویتامین‌های محلول در آب عبارتند از: ویتامین‌های خانواده *B*، ویتامین *C*، ویتامین *B*^{۱۲}، کولین کلراید و ... می‌باشند.

ویتامین *C* در کلیه‌ها ساخته می‌شود و نیاز طیور را مرتفع می‌کند. نیاسین هم در شرایط عادی از تریپتوفان ساخته می‌شود، اما در شرایط پرورش صنعتی یا استرس ممکن است نیاز به افزودن این‌ها در جیره باشد.

نقش کلی ویتامین‌های گروه B

این ویتامین‌ها نقش اساسی در سنتز آنزیم‌ها و کو آنزیم‌های ضروری در بدن موجودات را دارند، لذا کمبود ویتامین *B* سبب توقف بیوسنتز اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب، اسیدهای نوکلئیک، هورمون‌ها و پادتن‌ها گردیده و در نتیجه باعث کاهش سوخت‌وساز و ضعف عمومی و ضعف ایمنی می‌شوند.

علائم عمومی کمبود این ویتامین‌ها در طیور فلج عضلات و در دام‌ها ضعف عمومی و نقض در تولیدمثل است. به‌طور کلی کمبود ویتامین‌های *B* در طور باعث پایین آمدن جوجه درآوری، افزایش جنین‌های غیرطبیعی، کندی رشد، کاهش میزان تولید تخم‌مرغ، کم‌خونی، تغییر شکل استخوان‌ها و ...

می‌گردد. ویتامین‌ها برای رشد و تولیدمثل طیور ضروری هستند. تخم‌مرغ حاوی تمامی ویتامین‌ها است و آن‌ها را در اختیار جنین قرار می‌دهد. بهترین منبع ویتامین‌ها برای انسان تخم‌مرغ است.

نقش کلی ویتامین‌های محلول در چربی

این ویتامین‌ها در فعالیت بافتی نقش داشته و برای تولید و تمایز بافت‌ها در مورد جنینی و حفظ و ترمیم بافت‌های موجود در زمان رشد اهمیت زیادی دارند. ناکافی بودن این ویتامین‌ها بر روی تولید بافت‌ها و سرعت رشد تأثیر گذاشته و باعث عوارض کاهش ظرفیت تولید، توقف رشد استخوانی، کاهش انعقاد خون و ایجاد خونریزی، بی‌نظمی در رشد و تکامل پوست، کاهش فعالیت مژک‌های برونش‌ها و در نتیجه مساعد شدن بروز و توسعه عفونت‌های تنفسی می‌شود میزان موردنیاز این ویتامین‌ها در جدول شماره یک نشان داده شده است.

(۱) ویتامین A

طیور به ویتامین A و یا یکی از پیش‌ویتامین‌های A نیاز دارند، ویتامین A در ساختمان اجزای مهم بافت‌های پوششی دخالت دارد.رتین آلدئید با یک پروتئین به نام اپسین ترکیب شده تا یک رنگدانه حساس به نور به نام رداپسین در شبکیه ایجاد کند. ویتامین A از شب‌کوری جلوگیری می‌کند. علائم کمبود آن در طیور به هم خوردن تعادل ماهیچه‌ای، تجمع اسید اوریک در میزنا‌ی و کلیه‌ها و کاهش رشد است. کمبود ویتامین A در مرغان تخم‌گذار سبب کاهش تخم‌گذاری و جوجه‌درآوری می‌شود.

این ویتامین در روغن کبد ماهی به‌وفور یافت می‌شود ولی منبع اصلی آن گیاهان هستند. ویتامین A موجود در روغن ماهی و ترکیبات پیش‌ویتامینی آن در ذرت به راحتی در جیره‌های مخلوط شده معمولی از بین می‌روند. اکثر مواد خوراکی سبز خشک شده باید همراه با یک آنتی‌اکسیدان باشند تا در دوره انبارداری از بین نروند. اکثر ویتامین A در مکمل‌های مورد استفاده طیور همراه با نشاسته یا ژلاتین حفاظت می‌گردند. همانند سایر حیوانات طیور قادرند که کاروتن موجود در مواد سبز یونجه و علوفه‌های تازه را به ویتامین تبدیل کنند. طیور رنگ ریزه موجود در ذرت (کرپیتوگزانتین) را مورد استفاده قرار می‌دهند؛ ولی راندمان تبدیل پیش‌ویتامین به ویتامین A در جوجه‌های جوان کم است. امروزه ویتامین A به‌طور مصنوعی ساخته می‌شود ولی این ویتامین و پیش‌ویتامین‌های آن از پایداری کمتری برخوردارند و به آسانی اکسید شده و به فرم غیرفعال درمی‌آیند. برای جلوگیری از اکسید شدن آن‌ها، ویتامین همراه با مواد پایدارکننده مصرف می‌گردد و یا به جیره آنتی‌اکسید افزوده می‌شود. معیار اندازه‌گیری ویتامین A واحد بین‌المللی است. هر واحد برابر با فعالیت ۰/۶ میکروگرم بتاکاروتن^۱ و یا فعالیت ۰/۳۴۵ میکروگرم ویتامین A خالص است.

در مواقعی که گله مرغ با بیماری کوکسیدیوز، یا اسهال خونی مواجه است، بایستی میزان ویتامین A در جیره افزایش یابد، زیرا در حالت بیماری اولاً به علت ضایعات سلول‌های روده، سرعت تبدیل کاروتن A کاهش می‌یابد و ثانیاً عامل بیماری کوکسیدیوز سبب تجزیه ویتامین A می‌گردد.

ویتامین A معروف به رتینول از نظر شیمیایی یک الکل منوهیدریک غیراشباع می‌باشد. محل اصلی جذب ویتامین A در مخاط ابتدای روده باریک می‌باشد. شکل فعال فیزیولوژیکی ویتامین A به وسیله پروتئین ناقل ویژه‌ای که اصطلاحاً ((پروتئین متصل شونده با رتینول)) نام دارد از کبد جابجا می‌گردد.

ویتامین A در کبد ذخیره می‌گردد و می‌تواند تا حدی در مقابل کمبود مقاومت کند. بیش از ۹۵ درصد ویتامین A در کبد و مقدار کمی از آن در بافت‌های چربی، ریه و کلیه‌ها ذخیره می‌شوند. همچنین رتینول در کبد کنژوگه شده و از طریق صفرا دفع می‌شود. از جمله فعالیت‌های متابولیسمی که ویتامین A در آن نقش دارد می‌توان به بینایی، تولیدمثل، حفظ غشاهای مخاطی، نقش کو آنزیمی و هورمونی، سنتز موکوپلی ساکاریدها، رشد استخوان، سنتز کورتیکوستروئیدها، تنظیم فشار مایع مغزی نخاعی، فیزیولوژی غده تیروئید و نقش در متابولیسم مواد اشاره نمود.

۱. نقش ویتامین A در سیستم ایمنی

۱) نقش مثبت ویتامین A در تولید پادتن در جوجه‌ها، به طوری که وجود ویتامین A با دز بالا در جوجه‌ها سبب افزایش ۲ تا ۵ برابر سطح پادتن در سرم در مقایسه با گروه‌هایی که فاقد ویتامین A بودند، شده بود. سطح بالای ویتامین A در جیره به میزان ۶۰۰۰۰ IU/kg سبب افزایش سطح پادتن در سرم و فعالیت بیگانه‌خواری سلول‌های ایمنی در جوجه شده بود. این اثرات تابع حضور ویتامین E در جیره است.

۲) مؤثر بودن ویتامین A در نگهداری و رشد اندام‌های لنفی (تیموس و بورس)؛ به طوری که در جیره‌های حاوی سطوح پایین ویتامین A، رشد این اندام‌ها دچار آسیب و اختلال گشته بود.

۳) تأثیر مثبت ویتامین A به میزان ۳۵۰ mg/kg در تکثیر لنفوسیت‌ها

۴) ویتامین A در تنظیم پاسخ ایمنی نقش دارد. همچنین محققین دریافته‌اند که زیاده‌روی یا کمبود ویتامین A سبب صدمه زدن به سیستم ایمنی می‌گردد.

۵) تأثیر کمبود ویتامین A در کاهش فعالیت لنفوسیت‌های T سیتوتوکسیک این سلول‌ها نقش مهمی در بهبود بیماری‌های ویروسی ایفا می‌نمایند.

۶) کاهش مقاومت در مقابل عفونت کلی باسیلوز در اثر کمبود ویتامین A به علت تأخیر در پاسخ ایمنی

۷) ایجاد بالاترین پاسخ ایمنی در بوقلمون به وسیله ویتامین A در مقادیر توصیه‌شده به وسیله NRC یا بالاتر از آن.

۸) نقش مثبت ویتامین A در افزایش پاسخ ایمنی در گله‌های تخم‌گذاری که در معرض استرس حرارتی قرار دارند.

۹) اثرات کمبود ویتامین A در کاهش ایمنی موضعی روده در برابر عفونت کوکسیدیوز مؤثر است.

ب. دیگر علائم کمبود:

وجود ندولهای پنییری در دهان و تشکیل غضروفهای نامناسب در اپی‌فیز استخوان هم از دیگر نشانه‌های کمبود این ویتامین است.

کجشدن و پیچ خوردن پرها و بروز عدم تعادل هم می‌تواند رخ دهد. زردی عمومی بویژه در تاج و ریش بروز پیدا می‌کند.

ج. عوامل مؤثر بر احتیاجات ویتامین A:

چربی موجود در جیره قدرت جذب رتینول را افزایش می‌دهد. اما سطوح بالای پروتئین می‌تواند میزان ذخیره کبدی این ویتامین را کم کند. ویتامین A نقش مهمی در فعالیت غدد فوق کلیوی دارد لذا در پاسخ مناسب به بدن در زمان استرس ضروری است.

بیماری کوکسیدیوز اثر منفی بر جذب این ویتامین دارد.

۲) ویتامین D

ویتامین D برای جذب و ذخیره کلسیم در بدن لازم است. کمبود این ویتامین سبب بروز بیماری راشیتیسم مشابه با نوعی که از کمبود کلسیم و فسفر به وجود می‌آید، می‌گردد. در استخوان‌های در حال رشد کلسیم به خوبی رسوب نمی‌کند، رشد کم می‌شود و راه رفتن مختل می‌گردد.

کمبود ویتامین D در مرغ‌ان تخم‌گذار سبب کاهش در تخم‌گذاری و نازک شدن پوسته تخم‌مرغ می‌گردد. جنین حاصله از این‌گونه تخم‌مرغ‌ها کامل نیست زیرا نمی‌تواند کلسیم مورد نیاز خود را به دست آورد.

اگر جیره طیور فاقد ویتامین D باشد، ویتامین D که در اثر تابش آفتاب در بدن ساخته می‌شود قادر به رفع کمبود این ویتامین نخواهد بود. پیش‌ویتامین D یعنی (۷-دی هیدرو کلسترول) در اثر اشعه آفتاب به ویتامین D تبدیل می‌شود و این ویتامین از زیر پوست و یا به وسیله منقار مرغ از غده پیرین جذب می‌گردد. واحد ویتامین D ، واحد بین‌المللی است که برابر است با فعالیت ۰/۵ میلی‌گرم کلسیفرول.

ویتامین D به فرم‌های مختلف یعنی D_2 و D_3 ... تا D_7 وجود دارد. D_2 در اثر تابش خورشید از ارگوسترول موجود در گیاهان به وجود می‌آید. در صورتی که D_3 در اثر تابش خورشید بر ۷-دی هیدرو کلسترول در بدن حیوانات به وجود می‌آید.

در طیور اثر ویتامین D_2 در جلوگیری از راشیتیس ۳۰ برابر اثر ویتامین D_3 است.

امروزه به جیره مرغ منابع ویتامین D مثل روغن کبد ماهی و یا روغن‌هایی که دارای این ویتامین هستند اضافه می‌شود. اگرچه تابش خورشید مقداری از نیاز ویتامین D را تأمین می‌کند ولی امروزه به دلیل استفاده از روش‌های نگهداری بخصوصی، مرغ‌ها کمتر در معرض تابش مستقیم آفتاب هستند.

نام D_1 برای یک استرول فعال پیشنهاد گردید که بعداً مشخص شد عمدتاً حاوی ارگوکلسیفرول می‌باشد. از این رو نام D_1 به فراموشی سپرده شد. یک واحد بین‌المللی ویتامین D برابر ۰٫۰۲۵ میکروگرم کوله کلسیفرول بلوری است. این ویتامین در بافت‌های ماهی به خوبی ذخیره می‌شود لذا روغن ماهی منبع غنی‌ای است. اکثر خوراکی‌های طیور کمبود ویتامین D دارند و به خصوص در سیستم بسته نیاز به مکمل ضروری است. کوله کلسیفرول در برابر اشعه فرابنفش و مواد معدنی کمیاب تخریب می‌شود، بنابراین در مکمل‌ها و مواد خوراکی به ویتامین E و سایر آنتی‌اکسیدان‌ها نیاز می‌باشد. از آنجایی که کنجاله سویای حرارت ندیده راشیتوژنیک است نیاز به ویتامین D را ده برابر می‌کند.

ویتامین D، مورد نیاز سیستم هورمونی و هموستازی کلسیم و فسفر، معدنی شدن استخوان‌ها و تشکیل پوسته است و نقش کنترلی در اعمال ایمنی سلولی هم ایفا می‌کند. وظیفه کلی ویتامین D افزایش سطوح کلسیم و فسفر پلازما برای تقویت اعمال طبیعی بدن است. در برخی منابع از آن به عنوان یک هورمون نام برده می‌شود. ویتامین D انتقال فعال کلسیم و فسفر را در اپیتلیوم روده تحریک می‌کند و برای جذب کلسیم از دستگاه گوارش لازم می‌باشد ولی برای ذخیره کلسیم در بدن ضروری نیست. این ویتامین بر جذب فسفر هم تأثیر دارد. سوارز و اوتینگر (۱۹۸۸) پیشنهاد کردند که در حضور ۱ و ۲۵- دی هیدروکسی کوله کلسیفرول آزادسازی فسفر از اسیدفایتیک بیشتر است.

اساساً سوخت و ساز ویتامین D در پرندگان و پستانداران مشابه است. به نظر می‌رسد که در بین عوامل تنظیم‌کننده جذب کلسیم در پرندگان ویتامین D مهم‌ترین نقش را دارا می‌باشد. D_2 و D_3 برای گاو و گوسفند و خوک ظاهراً خاصیت و توانایی یکسانی دارند، اما در طیور D_2 تنها به اندازه ۳ درصد اثر دارد زیرا میل ترکیبی پروتئین‌های پیوند دهنده با ویتامین D در پلازما به طور قابل ملاحظه‌ای برای D_2 کمتر از D_3 است در حالی که در پستانداران برای هر دو یکسان است.

زمانی که پرندگان نور خورشید را به اندازه کافی دریافت کنند، قادرند از کلسترول، کوله کلسیفرول بسازند. تابش ۱۱ تا ۳۰ دقیقه نور خورشید در روز مانع کمبود آن می‌گردد. تولید آن در پوست روشن‌تر و در نواحی بدون پر مثل پاها و تاج بهتر انجام می‌شود. ارگوسترول، پیش ساز D_2 و D_3 -۷- دهیدروکلسترول، پیش ساز D_3 است. این پیش سازها فاقد ارزش ویتامینی‌اند و باید حتماً به کلسیفرول‌ها تبدیل شوند. اشعه فرابنفش در طول موج ۲۹۰ تا ۳۱۵ نانومتر قادر است ۷-دهیدروکلسترول را در سلول‌های اپیتلیال پوست به کوله کلسیفرول تبدیل کند. اشعه فرابنفش نمی‌تواند از شیشه‌های معمولی عبور کند بنابراین طیور نگهداری شده در سالن به مکمل ویتامین D نیازمندند. روپوست یا اپیدرم، خود

۵ لایه دارد. بیشترین غلظت ۷-دهیدروکلسترول در دولایه پایینی یافت می‌شود و به همین خاطر این دولایه بیشترین توانایی را برای ساخت ویتامین D دارند. فقط اشعه فرابنفش قادر به تولید D_۲ است. بیشترین بازدهی واکنش فتوشیمیایی در طول موج ۲۹۰ نانومتر و در فصل تابستان اتفاق می‌افتد.

کوله کلسیفرول از روده و به خصوص از دوازدهه جذب می‌شود. همانند ویتامین A جذب آن به واسطه وجود چربی و نمک‌های صفراوی تسهیل شده و تشکیل مسیل پیش‌نیاز مهمی برای جذب آن است. جذب D از روده باریک با کمک نمک‌های صفراوی انجام می‌شود. در انسان، موش‌های صحرایی و بابون‌ها، جذب خاصی از طریق شبکه لنفاوی و با کمک کیلو میکرون‌ها انجام می‌شود. فقط حدود ۵۰٪ جذب می‌شود. خود ویتامین D از نظر فعالیت زیستی خنثی است و برای فعالیت متابولیکی باید به فرم فعال ۱ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول تبدیل شود. برای فعال‌سازی^۱ شرکت سه یا تعداد بیشتری ایزو فرم سیتوکروم P-۴۵۰ لازم است. متابولیت‌های ویتامین D_۲ برای پیوند با DBP فعال‌تر از خود ویتامین D_۲ هستند چون با توجه به تحقیقات انجام‌شده بهتر از روده جذب می‌شوند.

کوله کلسیفرول از جیره یا پوست به کبد منتقل و در آنجا به ۲۵-هیدرو کسی کوله کلسیفرول تبدیل می‌شود. برخی پژوهش‌ها نشان دادند که این واکنش در روده و کلیه هم انجام می‌شود. ۲۵-هیدرو کسی کوله کلسیفرول از طریق خون به کلیه می‌رود و در آنجا به ۱ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول و یا یکی از دو متابولیت ۲۴ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول و یا ۱ و ۲۴ و ۲۵-تری هیدرو کسی کوله کلسیفرول تبدیل می‌شود. سوارز و همکاران تخمین زدند که ۲۵-هیدرو کسی کوله کلسیفرول ۲,۵ تا ۴,۵ برابر فعال‌تر از کوله کلسیفرول برای جوجه‌ها می‌باشد. ۲۵-هیدروکسیلاز در میکرو زوم‌ها و میتوکندری‌های کبدی فعالیت می‌کند و همراه با آن، سیتوکروم P-۴۵۰ هم نقش دارد. ۲۵-هیدرو کسی کوله کلسیفرول با DBP از طریق گردش خون به کلیه می‌رود.

در کلیه، فعال‌سازی ساخت ۱ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول در میتوکندری انجام می‌شود و دومین گروه هیدروکسیلاز در موقعیت کربن یک به کمک آنزیم ۱ و ۲۵-دی هیدروکسیلاز اضافه می‌شود.

مهم‌ترین کنترل‌کننده‌های تولید ۱ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول خود ۱ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول هورمون پاراتیروئید و غلظت‌های سرمی کلسیم و فسفات هستند. ۱ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول یا کلسیتریول فعال‌ترین شکل زیستی ویتامین D است و ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر از پیش‌ساز خود فعال‌تر است. متابولیت‌های دیگری هم تولید می‌شوند ولی ۱ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول اولین شکل فعال آن‌هاست و میزان آن توسط هورمون پاراتیروئید کنترل می‌شود. ۱ و ۲۵-دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول مشابه یک هورمون استروئیدی عمل نموده و نسخه‌برداری از DNA در میکرو ویلی‌های روده‌ای را تنظیم می‌کند که این پدیده محرک ساخت

یک RNA پیامبر ویژه مسئول تولید پروتئین متصل شونده به کلسیم است. این پروتئین در جذب کلسیم از حفره داخلی روده دخالت دارد.

دو هورمون تیروکلسیتونین (کلسیتونین) و هورمون پاراتیروئید بر آزادسازی ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول که برای کنترل سطح کلسیم خون لازم است، تأثیر می‌گذارند. میزان ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول تولیدی به وسیله کلیه توسط هورمون پاراتیروئید و غلظت کلسیم و فسفر کنترل می‌شود. هنگامی که سطح کلسیم خون پایین (هیپوکلسیمیا) و همچنین سطح فسفات غیر آلی خون پایین است غده پاراتیروئید تحریک به ترشح بیشتر هورمون پاراتیروئید که محرک کلیه برای تولید بیشتر ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول است شده و ماده اخیر در مقابل، جذب کلسیم و فسفر از روده و باز جذب کلسیم و فسفر از کلیه و استخوان را افزایش می‌دهد.

هیدروکسیلاسیون ۲۵- هیدرو کسی کوله کلسیفرول به ۱ و ۲۴- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول در هنگام بالا بودن سطح پلاسمایی کلسیم یا فسفات غیر آلی رخ می‌دهد و دفع ویتامین را تسهیل می‌کند.

همه بافت‌هایی که گیرنده ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول را دارند می‌توانند ۲۴ و ۲۵ - دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول را نیز تولید کنند. برخی شواهد وجود دارند که ۲۴ و ۲۵ - دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول در تراوش هورمون پاراتیروئید، معدنی شدن و ترمیم استخوان نقش دارد. حضور ۲۴ و ۲۵ - دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول و ۱ و ۲۵ - دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول برای جوجه درآوری طبیعی لازم است. با کمک نمک‌های صفراوی، ویتامین D و متابولیت‌های آن به‌طور اولیه از مدفوع دفع می‌شوند و خیلی کم در ادرار مشاهده می‌شوند.

نیمه عمر ویتامین D₂ در بدن پرنده حدود ۲۵ روز است ولی برای ۲۵- هیدرو کسی کوله کلسیفرول نزدیک به ۲۰ روز می‌باشد. نیمه عمر ۲۴ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول تنها حدود دو روز است و تصفیه کلیوی ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول در عرض ۶ ساعت صورت می‌پذیرد.

در پرندگان تخم‌گذار، بلوغ جنسی و شروع تخم‌گذاری موجب چالش هموستازی کلسیم و متعاقباً تنظیم سوخت‌وساز ویتامین D و بیان آن می‌گردد. در پرنده تخم‌گذار، افزایش سطح استروژن‌های پلازما که در حین بلوغ اتفاق می‌افتد تشکیل کلیوی ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول را به‌طور مستقیم تحریک می‌کند یا از طریق پیوند کلسیم به پروتئین‌های پلازما به‌طور غیرمستقیم این کار را انجام می‌دهد. اولین تخم‌گذاری، ساخت ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول را تحریک می‌کند؛ که احتمالاً در نتیجه افزایش نیاز کلسیم به برای پوسته است. این امر به کاهش کلسیم پلازما و افزایش هورمون پاراتیروئید پلازما مربوط است. با محدودیت کلسیم جیره حتی اگر با پرهیز از غذا یا محرومیت طول شب همراه باشد تحریک بیشتر برای تولید بیشتر ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول اتفاق می‌افتد. افزایش سن ۱-هیدروکسیلاسیون کلیوی را کاهش می‌دهد ولی مکانیسم آن معلوم نیست.

نرخ تخم‌گذاری^۱ و کلاچ^۲ و توقف تخم‌گذاری^۳ روی تحریک ساخت ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول تأثیر می‌گذارند. برخی داده‌ها پیشنهاد می‌کنند که با افزایش سن نرخ سوخت‌وساز پایه ویتامین D کاهش می‌یابد در حالی که بعضی دیگر پیشنهاد می‌کنند که عمدتاً مکانیسم تطابقی در رابطه با نوسانات احتیاج به کلسیم تأثیر می‌گذارد. اثرات مشابه سن بر تطابق‌پذیری سوخت‌وساز ویتامین D و بیان آن در پستانداران نشان داده شدند.

اثر چرخه تخم‌گذاری، بر تولید کلیوی و یا غلظت پلاسمایی ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول بحث‌برانگیز است. برخی یافته‌ها نشان دادند که تولید کلیوی یا غلظت پلاسمایی ۱۰ تا ۲۰ ساعت پس از تخم‌گذاری بر طبق کاهش سطوح کلسیم و افزایش هورمون پاراتیروئید پلاسمای می‌باشد. با این حال مطالعات دیگر این یافته‌ها را تأیید نمی‌کنند و حتی پیشنهاد شده است که در حین کلسیمی شدن پوسته تولید ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول کاهش می‌یابد. تفسیر و مقایسه نتایج با توجه به تداوم رشد تداخل با تولید تخم و وجود چرخه‌های تخم‌گذاری مشکل است. از آنجایی که نیاز به کلسیم عامل مهم تنظیم‌کننده ساخت ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول می‌باشد، هرگونه تغییری در احتیاج به کلسیم بر ساخت ۱ و ۲۵- دی هیدرو کسی کوله کلسیفرول تأثیر می‌گذارد. از دست دادن مقدار زیادی از کلسیم بدن در تشکیل پوسته منجر به کمبود فیزیولوژیکی کلسیم و تسریع سوخت‌وساز ویتامین D می‌شود. ائتلاف کلی کلسیم به نرخ تخم‌گذاری و میزان کلسیم هر پوسته بستگی دارد که خود کلسیم هر پوسته مستقل از نرخ تخم‌گذاری است. هر دوی این‌ها به راحتی تحت تأثیر تغذیه، محیط و بیماری قرار می‌گیرند.

بلوکبازی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که مکمل کردن D_۳ ذخیره کلسیم را در پوسته تخم‌مرغ با افزایش جذب کلسیم از سیستم روده‌ای افزایش داد. بار و همکاران (۱۹۸۷) نشان دادند که مرغ‌های پیر توانایی خود را برای تطابق با تغییرات مصرف کلسیم یا مکانیسم‌های درگیر سوخت‌وساز ویتامین D از دست می‌دهند.

۳) ویتامین E

نقش مهم ویتامین E نقش آنتی‌اکسیدانی آن است. این ویتامین یک عامل از بین برنده و موثر برای رادیکال‌های آزاد است که از پراکسیداسیون چربی‌ها بوجود می‌آیند. ویتامین E به علت شکل ساختمانی‌اش می‌تواند در تشکیل غشاءهای میتوکندری‌ها، میکروزوم‌ها، پلاسمای و سایر غشاها نقش داشته و از تجزیه شدن اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در فسفولیپیدهای غشایی جلوگیری می‌نماید.

برخی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هم می‌توانند چینی‌نقشی را ایفا نمایند اما این مواد ساختمانی خاص ویتامین E را ندارند و قابلیت حل این مواد در غشاءها بسیار کم است.

آنتی اکسیدان طبیعی دیگر بدن آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است که در ساختمان آن سلنیوم به کار رفته است.

این آنزیم و ویتامین E کار یکدیگر را تکمیل می‌کنند، اما هیچیک از آنها نمی‌تواند به طور کامل جایگزین دیگری شود.

ساختمان آلفا - توکوفرول یک ترکیب هتروسیکلیک می‌باشد که از یک هسته کرومان و یک زنجیره جانبی متصل به آن تشکیل شده است و هر واحد بین‌المللی آن برابر با یک میلی‌گرم دی‌ال - آلفا توکوفرول استات است. جذب ویتامین E از طریق تشکیل مسیل در مجرای روده صورت می‌گیرد. پایداری ویتامین E بسیار پایین است. برای افزایش ثبات ویتامین E، دی‌ال - آلفا توکوفرول استات در جیره‌های غذایی طیور تجاری اضافه می‌گردد.

۱. فعالیت بیولوژیکی ترکیبات مختلف ویتامین E

فعالیت (نسبت به آلفا دی ال استات توکوفرول که ۱۰۰٪ فرض شده)	ترکیبات
۱۳۶٪	آلفا دی استات توکوفرول
۸۰٪	آلفا دی توکوفرول
۵۹٪	آلفا دی ال توکوفرول
۴۵٪	بتا دی توکوفرول
۱۳٪	آلفا دی توکوفرول انول
۱۳٪	گاما دی توکوفرول
۴٪	بتا دی توکوفرول انول

کمبود ویتامین E به صور مختلف در مرغ ظاهر می‌شود زیرا عوامل دیگری در نیاز مرغ به ویتامین E تأثیر می‌گذارند.

در جوجه‌های در حال رشد کمبود ویتامین E باعث:

۱. خونریزی مغزی
۲. تراوش آب در زیرپوست
۳. دیستروفی ماهیچه‌ای می‌گردد.

تورم مغزی بیشتر در شرایطی به وجود می‌آید که جیره حاوی چربی‌های غیراشباع است. علاوه بر ویتامین E بعضی از آنتی‌اکسیدان‌ها در جلوگیری از تورم مغزی مؤثرند. تراوش آب در زیرپوست با مصرف سلنیم برطرف می‌گردد، ولی تحلیل ماهیچه یک بیماری پیچیده است که تحت تأثیر ویتامین E، متیونین و سیستئین قرار دارد.

کاهش باروری و جوجه‌درآوری بیشتر در مواقع کمبود ویتامین E مشاهده می‌شود. در جیره طیور از منابع ویتامین E و یا سایر آنتی‌اکسیدان‌ها استفاده می‌شود. ویتامین E از روغن‌های گیاهی به دست می‌آید. بهترین منبع ویتامین E غلات و پودر یونجه است. پایداری ویتامین E از سایر ویتامین‌های محلول در چربی بیشتر است ولی این ویتامین در غذاهای فاسد شده، به‌سرعت از بین می‌رود. واحد آن واحد بین‌المللی است و برابر است با یک میلی‌گرم آلفا توکوفرول.

بیماری جوجه دیوانه عمدتاً در سنین ۲ تا ۶ هفتگی بروز پیدا می‌کند که در این بیماری جوجه‌ها عقب عقب راه رفته و حرکات نامتعادل عصبی نشان می‌دهند.

أ. نقش ویتامین E در سیستم ایمنی

- ۱) اسیدهای چرب می‌توانند به‌عنوان مولکول تعدیل‌کننده سیستم ایمنی در ارتباطات بین سلول‌ها، سیال بودن غشاء و شکل‌گیری مولکول پیامبر ثانویه دخالت نمایند و ویتامین E می‌تواند از این طریق تنظیم‌کننده سیستم ایمنی باشد.
- ۲) بهبود رشد اندام‌های لنفاوی مانند بورس و تنظیم لنفوسیت‌های موجود در بورس و تیموس
- ۳) افزایش تولید اینترفرون مقاوم به اسید در اثر ایجاد عفونت ویروسی و باکتریایی در اثر تجویز ویتامین E به مقادیر بالا
- ۴) ایجاد ایمنی محافظت‌کننده در اثر ویتامین E در عفونت‌های اشریشیاکلی
- ۵) تجویز و تزریق ۱۰ واحد بین‌المللی ویتامین E در روز هجدهم دوره جنینی سبب افزایش ایمنی سلولی در جوجه‌های گوشتی گردید
- ۶) اثر ویتامین E بر روی متابولیسم اسید آراشیدونیک و هدایت آن به سمت سنتز پروستاگلاندین و لوکوترین‌ها
- ۷) نقش ویتامین E در میزان بقای سلول‌ها در محیط تیموس
- ۸) اثر مثبت ویتامین E بر روی تمایز لنفوسیت T در طحال
- ۹) ویتامین E با تقویت سیستم ایمنی، اثرات سوء سموم قارچی را بر روی سیستم ایمنی کاهش می‌دهد
- ۱۰) افزایش فعالیت بیگانه‌خواری سلول‌های دفاعی در اثر تجویز ویتامین E
- ۱۱) اثبات نقش ویتامین E در افزایش فعالیت بیگانه‌خواری ماکروفاژ در مراحل اولیه رشد جوجه‌های گوشتی

۱۲) استفاده از ویتامین E به‌عنوان ادجوان^۱ (ماده یاور) واکسن‌های کشته

۱۳) اثبات توانایی ویتامین E به‌عنوان تحریک‌کننده تولید ایمونوگلوبولین A در مخاط روده و افزایش ایمنی روده‌ای

۱۴) بهترین نتایج افزایش ایمنی ناشی از ویتامین E در مقادیر ۲۵ تا ۵۰ واحد در کیلوگرم مشاهده شد و سطوح بالاتر اثرات کمتری بر روی افزایش ایمنی دارا بودند.

۱۵) ژنتیک نقش مهمی در پاسخ جوجه‌ها به افزایش ویتامین E در افزایش ایمنی دارا هست.

لازم به ذکر است در برخی از تحقیقات عدم تأثیر مثبت ویتامین E بر روی سیستم ایمنی گزارش شده است که باید موردتوجه قرار گیرد. ممکن است عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، استرس و میزان ویتامین E در جیره پایه در متفاوت بودن گزارش‌ها مؤثر باشند. همچنین میزان ویتامین E موردنیاز در NRC فقط برای جلوگیری از بروز نشانه‌های کمبود ویتامین به علت اثرات تخریبی اکسیداسیون و کاهش باروری است و هرگز احتیاجات لازم برای تحریک و تقویت سیستم ایمنی را تأمین نخواهد ساخت.

ویتامین E طبیعی در حضور چربی و مواد معدنی بسیار ناپایدار است. با این وجود ویتامین‌های افزوده شده به‌صورت مکمل دارای پایداری خوبی هستند. بویژه وقتی ذرات ویتامین همراه با یک آنتی‌اکسیدان همراه باشند و یا بصورت ژلاتینه پوشانده شده باشند.

وجود اسیدهای چرب غیر اشباع در جیره نیاز به ویتامین E را به جهت نیاز بیشتر به آنتی‌اکسیدان افزایش می‌دهند.

۴) ویتامین K

ویتامین K در ایجاد نوعی پروتئین که در اعمال مربوط به انعقاد خون دخالت دارد مؤثر است. کمبود این ویتامین باعث می‌گردد که خون منعقد نشود و در بعضی مواقع مرغ در اثر خونریزی تلف می‌گردد. طیور بالغ در این مورد با خطرات کمتری روبرو هستند. ولی جوجه‌هایی که جیره مادر آن‌ها از لحاظ ویتامین K فقیر است به خونریزی حساس می‌باشند و زمان انعقاد خون آن‌ها افزایش می‌یابد.

ویتامین K استخراج شده از مواد گیاهی را K_۱ می‌نامند و ویتامین K ساخته شده از مواد تخمیر باکتریایی را K_۲ و فرم مصنوعی آن را منادیون یا K_۳ می‌نامند.

اگرچه ویتامین K در یونجه، پودر گوشت و پودر ماهی وجود دارد ولی در شرایط پرورش مرغ در مزارع علائم کمبود آن مشاهده می‌شود. به جیره‌های جوجه‌های در حال رشد و مرغان مادر مکمل‌های ویتامین K افزوده می‌شود.

ویتامین K_۳ به صورت پیش‌ساز عمل می‌کند و باید در کبد بصورت مناکینون درآید.

در مواقعی که جوجه‌ها به کوکسیدیوز آلوده هستند، ضروری است؛ که میزان ویتامین K و جیره افزایش یابد، زیرا اولاً به انعقاد خون در سلول‌های روده کمک می‌کند و مانع از خونریزی بیشتر می‌گردد و ثانیاً داروهایی که جهت درمان کوکسیدیوز بکار می‌روند (سولفا کویناکسالین) با ویتامین K رقابت می‌کنند و مانع جذب آن می‌گردند.

داروهای سولفامیدی (گوگرد دار) اثر آنتاگونیستی با ویتامین K_۱ دارد در حالی که K_۳ که این حالت را ندارد.

کمبود جزئی ویتامین K موجب خوریزی‌های ریزی در روی پوست و عضلت می‌شود و با ادامه روند کمبود این علائم بیشتر می‌شوند. کمبود ویتامین K موجب خونریزی در جنین و کاهش هچ می‌شود. همچنین کمبود این ویتامین در استخوان‌ها باعث کمبود برخی از پروتئین‌های موجود در استخوان شده که در نهایت در فرآیند معدنی شدن استخوان‌ها می‌تواند اثر سوء داشته باشد.

(۵) تیامین B_۱

تیامین یا ویتامین B_۱ یا آنیورین^۱ یک ترکیب کاتیونی از پیریدین و یک حلقه تiazول می‌باشد. در اکثر اوقات این ویتامین به شکل هیدروکلراید یا کلراید جدا می‌گردد. مهمترین عمل شناخته شده این ویتامین نقش کوفاکتور بودن آن در آنزیم‌هایی است که در متابولیسم کربوهیدرات‌ها شرکت دارند. این ویتامین برای رشد و فعالیت طبیعی اعصاب ضروری است، کمبود آن باعث اختلال در کار سیستم عصبی و فلجی پا می‌گردد و پرنده به پشت می‌افتد. وظیفه اصلی تیامین در چرخه کربس است.

علیرغم کمبود اطلاعات در مورد نقش عصبی تیامین برخی از وظایف احتمالی آن چنین بیان شده‌اند:

۱. دخالت در ساخت استیل کولین که در انتقال پیام عصبی دخالت دارد.
۲. سهمیم بودن در انتقال غیر فعال سدیم در برخی از غشاها که برای انتقال عصبی مهم است.
۳. جلوگیری از کاهش فعالیت ترانس کتولاز در میسر پنتوز فسفات که در اثر کمبود تیامین رخ می‌دهد و باعث کاهش ساخت اسیدهای چرب و سوخت و ساز انرژی می‌شود.

^۱ Aneurine

احتیاجات جوجه‌های جوان بیشتر از مرغان بالغ است ولی به علت اینکه قسمت اعظمی از جیره آن‌ها از تشکیل می‌دهند با کمبود آن مواجه نمی‌شوند. مقداری تیامین توسط میکروب‌ها در روده کور ساخته می‌شوند که منبع قابل اعتنایی نیست چرا که عمدتاً از بدن دفع می‌شوند. بیشتر گیاهان و بافت‌های حیوانی منابع غنی از تیامین هستند. این ویتامین در شیر، غلات، تخم‌مرغ و سبزی‌ها به‌وفور یافت می‌شود. کمبود این ویتامین در جوجه‌ها معمولاً با لاغری مفرط و تحلیل اعصاب و تشنج همراه است.

آمپرولیوم آنتاگونیسم تیامین است و نیاز به تیامین را افزایش می‌دهد. لوبیا و خردل حاوی مواد ضد ویتامین هستند. تیامین در محلول‌های اسیدی ملایم ماندگاری دارد اما در محیط‌های خنثی و قلیایی از بین می‌رود. تیامین موجود در بازار معمولاً به شکل هیدروکلراید است.

ا. کمبود:

کمبود ملایم در پرندگان جوان سبب سوخت و ساز غیرطبیعی کربوهیدرات‌ها می‌گردد. کمبود شدید تیامین در جوجه‌ها و نیمچه‌ها بصورت پلی‌نوریتیس ظاهر می‌گردد. علائم اولیه شامل سستی و ضعف عضلات و عدم تحریک پذیری عصبی است. در هنگام بیماری کوکسیدیوز انگل بر سر جذب تیامین با میزبان رقابت می‌کند، همچنین آمپرولیوم که یک داروی ضد کوکسیدیوز است مانع انجام متابولیسم تیامین می‌شود.

۶) ریبوفلاوین B_۲

این ویتامین پودر کریستاله زرد رنگی است که در آب حل می‌شود و در برابر نور و اشعه ماوراء بنفش و همچنین در محیط‌های قلیایی ناپایدار است. برخی منابع از آن به‌عنوان ویتامین G هم نام می‌برند. ریبوفلاوین یکی از ویتامین‌هایی است که در جیره‌های معمولی کمبود آن بیشتر مشهود است، به همین دلیل جیره‌های معمولی بایستی با مکمل‌های ریبوفلاوین تکمیل شوند.

جوجه‌هایی که با کمبود این ویتامین مواجه هستند رشد کمتری دارند و به یک نوع شلی به نام فلجی خمیدگی ناخن‌ها مبتلا می‌شوند و در حالی که پنجه‌های آنان به طرف داخل خمیده است روی مچ پا راه می‌روند و در پاها اصطلاحاً از پنجه فلج می‌شوند.

کمبود این ویتامین در جیره مرغان مادر سبب کاهش جوجه‌درآوری می‌شود. همچنین در جنین داخل تخم‌مرغ موجب پیچیدگی پرها به سمت داخل و پیچیدگی پر جوجه‌ها می‌شود. در این حالت پرها از غلاف خود خارج نمی‌شوند.

بروز حالت پوسته پوسته شدن و زبر و خشن شدن پوست هم در اثر کمبود ریبوفلاوین نمود پیدا می‌کند. ریبوفلاوین برای رشد و ترمیم بافت‌های بدن ضروری است.

۷) اسید نیکوتینیک یا نیکوتین آمید

اسید نیکوتینیک در گیاهان وجود دارد و در حیوانات بصورت نیکوتین آمید وجود دارد. این ویتامین برای رشد ضروری است. در جیره‌هایی که قسمت اعظم آن را ذرت تشکیل می‌دهد کمبود این ویتامین بیشتر مشهود است؛ زیرا اولاً ذرت دارای مقدار ناچیزی نیاسین است و ثانیاً مقدار تریپتوفان آن نیز کم است (تریپتوفان تحت شرایطی به نیاسین تبدیل می‌گردد)، لذا امکان تبدیل این اسید آمینه به نیاسین ضعیف است. کمبود این ویتامین سبب کاهش رشد و بروز پروزیس می‌شود که از علائم اختصاصی آن می‌توان به بزرگ شدن مفصل پا و خمیدگی پاها و کج شدن پا از مفصل اشاره نمود. التهاب زبان و دهان، کاهش اشتها، کاهش رشد پرها و به هم خوردن تعادل بدن از دیگر علائم کمبود این ویتامین است.

نکته: اگر در مفصل خرگوشی کبودی وجود داشته باشد پروزیس (کمبود منگنز) است و گرنه کمبود نیاسین است.

نوع مصنوعی آن به جیره جوجه‌های در حال رشد و مرغان مادر افزوده می‌شود. بهترین منبع آن کبد، مخمر، سبوس گندم و فرآورده‌های تخمیری است. کمبود تریپتوفان موجب کمبود این ویتامین می‌گردد.

نوع دیگری از این ویتامین به نام نیاسین آمید را ویتامین PP می‌نامند که حدود ۱۲۴ درصد قدرت بیشتری دارد.

۸) اسید پانتوتنیک

نام این ویتامین از کلمه یونانی Pantothen به معنای همه جا گرفته شده است چراکه در همه جای بدن یافت می‌شود. مهمترین نقش این ویتامین در کوآنزیم A است که در آن نقش گروه پروستاتیک را دارد. کمبود این ویتامین باعث کاهش رشد و تغییر وضع ظاهری پرها می‌گردد. همچنین ضایعاتی پوسته‌دار در اطراف دهان و چشم و مقعد ظاهر می‌شود. در شرایط بیماری جوجه‌ها روی پاها می‌نشینند. خون‌ریزی زیر پوستی و ادم شدید هم از عوارض کمبود این ویتامین است.

در کمبود اسید پانتوتنیک تورم انگشتان تا بالشتک را داریم اما در کمبود بیوتین تورم بالشتک را داریم.

کمبود این ویتامین در جیره مرغان مادر جوجه دهی را کاهش می‌دهد و تلفات اولیه جوجه‌ها افزایش می‌یابد. پانتوتنات کلسیم به‌عنوان مکمل این ویتامین به جیره اضافه می‌شود. پنتوتنات کلسیم در حضور مواد اسیدی بسیار ناپایدار است مثل نیاسین یا اسید آرسلینیک و... در این مواقع بهتر است از فرم کلرید کلسیم با پنتوتنات کلسیم به مراتب پایدارتر است از پنتوتنات کلسیم به تنهایی. منابع اسید پانتوتنیک عبارت‌اند از مخمر، یونجه، فرآورده‌های تخمیری و فرآورده‌های شیری.

۹) ویتامین B₆

نام پیریدوکسین برای سه گروه مختلف از این ویتامین یعنی پیریدوکسول، پیریدوکسال و پیریدوکسا آمین که همگی دارای اعمال متابولیکی مشابهی در بدن هستند بکار می‌رود. بیش از ۵۰ نوع آنزیم در ارتباط با این ویتامین (پیریدوکسال فسفات) شناخته شده‌اند. فعالیت اصلی این ویتامین در ترانس آمیناسیون و دکربوکسیلاسیون است (مثلاً تبدیل دی-متیونی به فرم ال-متیونین).

کمبود شدید این ویتامین باعث عدم تعادل در راه رفتن، حرکت در هر جهت بدون اراده (حرکات جهشی)، تشنج و مرگ می‌گردد. در طیور بالغ کاهش اشتها، کم شدن سریع وزن و مرگ دیده می‌شود. کمبود جزئی این ویتامین باعث کاهش تخم‌گذاری و جوجه‌درآوری می‌گردد. این ویتامین در غلات، گندم و فرآورده‌های آن‌ها، فرآورده‌های شیری، گوشت، ماهی، یونجه و بیشتر مواد غذایی وجود دارد لذا کمبود آن در شرایط عادی و جیره‌های معمولی کمتر مشهود است.

این ویتامین در قسمت تحتانی دستگاه گوارش ساخته شده و از طریق مدفوع دفع می‌شود.

پایداری ویتامین B₆ این ویتامین در دمای معمولی و شرایط قلیایی پایدار، در شرایط اسیدی نسبتاً پایدار و در محلول‌های خنثی یا قلیایی در برابر نور ناپایدار است.

أ. کارکردهای ویتامین B₆

- برای متابولیسم پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها
- متابولیسم اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب
- تسهیل انتقال برخی از اسیدهای آمینه از طریق غشاهای سلولی
- تشکیل گلوبولینها به عنوان یک پاسخ در استرس ایمنی‌شناختی
- انتقال آهن در هموگلوبین
- نقش در تبدیل تریپتوفان به نیاسین

ب. علل کمبود B₆

- جیره با مقادیر بالای پروتئین و مقادیر پائین B₆ در نتیجه B₆ لازم برای حمایت از متابولیسم پروتئین وجود ندارد.
- جیره با مقادیر بالای چربی و مقادیر پائین B₆ در نتیجه B₆ لازم برای حمایت از متابولیسم چربی وجود ندارد.
- بیماری‌های روده‌ای که به مخاط روده آسیب رسانیده و از جذب B₆ جلوگیری می‌کند.
- بیماری‌های مزمن و تحت حاد که باعث محدود شدن مصرف غذا می‌گردد.

- استفاده طولانی از ترکیبات ضد باکتریایی
- شرایط نامساعد نگهداری B₆ در طولانی مدت
- وجود آنتاگونیست‌ها

ج. عوارض ناشی از کمبود B₆:

- اثر بر کارکردهای متابولیکی مثل کاهش بهره‌برداری از پروتئین جیره غذایی که موجب کاهش ذخیره نیتروژن و از دست دادن همزمان نیتروژن از طریق دفع می‌گردد که در نهایت کاهش رشد و بی‌اشتهایی، کاهش کارایی تبدیل غذایی در طیور گوشتی را به همراه دارد.
- در مرغان مادر و تخم‌گذار کاهش فعالیت متابولیک که منجر به کاهش تولید تخم‌مرغ افزایش تلفات جنینی و در نتیجه کاهش قابلیت جوجه درآوری می‌شود.
- موارد حاد کمبود باعث ناهنجاری‌های اسکلتی شامل رشد ناقص استخوان و پروزیس را بدنیا می‌آورد.
- کمبود طولانی‌مدت موجب آسیب به دستگاه عصبی و عوارضی همچون لرزش، عدم تعادل، چوبی شدن حرکت، تحریک‌پذیری غیرطبیعی و تشنج شدید می‌شود.
- کاهش پروتئین و متابولیسم اسید آمینه از دیگر عوارض کمبود ویتامین B₆ می‌باشد که موجب کاهش ساخت گلوبولین می‌گردد.
- افزایش خراشیدگی سنگدان
- پیچ‌خوردگی تخمدان
- جلوگیری از تبدیل تریپتوفان به نیاسین

د. تشخیص

نشانه‌های درمانگاهی: ضعف عمومی، ظاهر ژولیده، بی‌اشتهایی، لرزش عمومی، لرزش ناحیه پشت، تشنج و از علائم دیگر اینکه پرندگان درحالی‌که بال‌های خود را باز کرده‌اند سرشان را روی زمین می‌گذارند.

(۱۰) اسیدفولیک

کمبود اسیدفولیک سبب کاهش رشد بدن و پرها و بروز پروزیس می‌شود اما این پروزیس مشابه کمبود کولین یا منگنز نیست و بیشتر با توقف استخوان‌سازی و مفصل همراه است. این ویتامین از طریق ساخت DNA در سیستم ایمنی نقش دارد. رنگ پرها نیز از بین می‌رود، کمبود اسیدفولیک

کم‌خونی بخصوصی را به همراه دارد که ویژگی این عارضه بزرگ شدن گلبول‌های قرمز و افزایش هموگلوبین هست. در جیره‌های معمولی کمبود آن کمتر مشاهده می‌شود.

در مرغان مادر موجب تلفات جنینی در روزهای آخر انکوباسیون و تغییر یافتگی نوک می‌شود. در این جوجه‌ها عمدتاً خمیدگی پاها هم دیده می‌شود.

(۱۱) بیوتین

در برخی منابع از این ویتامین بعنوان ویتامین B_۷ نام می‌برند ولی عموماً آن را با نام ویتامین H می‌شناسند. عوارض ناشی از کمبود بیوتین در جوجه‌های در حال رشد بروز ضایعات پوستی و مشابه با آنچه در اثر کمبود اسید پانتوتنیک به وجود می‌آید است. پاها خشک می‌شوند ترک برمی‌دارند و دچار خونریزی می‌شوند. سرانجام چنین ضایعاتی در گوشه دهان و چشم‌ها ظاهر می‌شود. عارضه چرب شدن کبد و کلیه^۱ می‌شود (مهمترین دلایل بروز این عارضه عبارتست از سموم قارچی، کمبود کولین، بیوتین و B_{۱۲} است).

مصرف سفیده تخم‌مرغ خام باعث بروز کمبود بیوتین می‌گردد، زیرا بیوتین در اثر آویدین که یکی از پروتئین‌های تخم‌مرغ است غیرفعال می‌شود. در چنین شرایطی مقدار بیوتین جیره بایستی افزایش یابد. مصرف سفیده تخم‌مرغ پخته چنین حالتی را به وجود نمی‌آورد.

بیوتین در جلوگیری از پروزیس موثر است. هم‌چنین باعث بهبود در امر جوجه دهی می‌گردد. بیوتین به مقدار جزی برای سلامتی و تولید تخم‌مرغ لازم است.

در شرایط معمولی به علت وجود بیوتین در اغلب مواد غذایی کمبود آن دیده نمی‌شود غلات و فرآورده‌های آن‌ها، مخمر خشک، پودر یونجه، فرآورده‌های شیر و مراتع سبز منابع خوبی از بیوتین هستند.

اگر مدیریت به نحوی باشد که کیفیت بستر نامطلوب گردد، بعضی از استرپتوکوکها در آن رشد میکنند و تولید آویدین می‌نمایند که آنتاگونیست بیوتین میباشد؛ که در نتیجه آن ممکن است علایم کمبود بیوتین مشاهده گردد و متعاقب آن ضایعاتی در کف پاها و اطراف نوک دیده شود. این مورد بخصوص در خروس‌های گله مادر ممکن است رخ دهد.

متیونین و سیستئین و بیوتین و انسولین و تیامین همگی دارای گوگرد می‌باشند.

۱۲) کولین

بر خلاف سایر ویتامین‌های گروه B کولین در متابولیسم دخالتی ندارد اما یکی از اجزای ضروری ترکیب ساختمانی بافت‌های بدن است. کولین همراه با منگنز، اسید فولیک، اسید نیکوتینیک و بیوتین برای جلوگیری از پروزیس لازم است. نیاز به این ویتامین از تمام ویتامین‌ها بیشتر است ولی در مواد غذا به مقدار کافی وجود دارد. کمبود کولین سبب کاهش رشد و راندمان تبدیل غذا و پروزیس می‌گردد. مرغان بالغ قادرند مقداری از کولین مورد نیاز خون را بسازند، کولین به‌عنوان یک منبع دهنده گروه متیل بکار می‌رود. در جیره مرغان گوشتی مقداری کولین به‌صورت مکمل اضافه می‌گردد. پودر ماهی، سویا و در سایر کشورها بقایای آبجوسازی‌ها منابع خوبی از کولین به‌حساب می‌آیند. همچنین به مقدار فراوانی در پودر گوشت و شیر خشک یافت می‌گردد.

کولین بخشی از ساختمان لسیتین است. این ترکیبی است که انتقال چربی‌ها در بدن را به عهده دارد و کمبود آن باعث جمع شدن چربی در کبد می‌گردد که در نتیجه بیماری کبد چرب حاصل می‌شود. همچنین کولین دهنده گروه متیل است که اگر در جیره نباشد متیونین این نقش را به عهده می‌گیرد که موجب بروز عوارض کمبود متیونین می‌شود. همچنین کولین در ساختمان گروه دیگری از فسفولیپیدها که هر یک دارای اعمال مهمی در بدن هستند وجود دارد.

۱۳) ویتامین B_{۱۲}

ویتامین B_{۱۲} نام عمومی ترکیباتی است که فعالیت B_{۱۲} دارند. آدنوزیل کوبالامین و متیل کوبالامین شکل‌های طبیعی این ویتامین هستند و سیانو کوبالامین یک محصول مصنوعی است که بلورین و قرمز رنگ است و به شدت جاذب رطوبت است، به دلیل پایداری و قابلیت دسترسی این فرم در صنعت کاربرد دارد.

پیچیده‌ترین ساختمان در بین ویتامین‌ها را B_{۱۲} دارد. تمام طیور به ویتامین B_{۱۲} احتیاج دارند ولی نیاز جوجه‌های در حال رشد و مرغان تخم‌گذار به این ویتامین حیاتی است. این ویتامین تنها در منابع حیوانی وجود دارد و در گیاهان یافت نمی‌شود. از بقایای تخمیری توسط باکتری‌ها مقداری ویتامین B_{۱۲} به وجود می‌آید.

جیره‌هایی که منابع پروتئین حیوانی آن‌ها کم است مقدار ویتامین B_{۱۲} کمتری دارند. در جیره جوجه‌های گوشتی و مرغان تخم‌گذار این ویتامین به‌صورت مکمل اضافه می‌شود. طیوری که در روی بستر پرورش می‌یابند مقدار قابل توجهی از ویتامین B_{۱۲} مورد نیاز خود را از طریق مدفوع به دست می‌آورند. جیره مرغانی که در قفس نگهداری می‌شوند بایستی مقدار بیشتری ویتامین B_{۱۲} داشته باشد.

در ساختمان ویتامین B_{۱۲} مقداری کبالت وجود دارد و این ترکیب تنها منبع حاوی کبالت در تک معده‌ای‌ها است. اگر جیره نشخوارکنندگان حاوی مقداری کبالت باشد آن‌ها قادرند که ویتامین B_{۱۲} مورد نیاز خود را در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌های سیرابی به دست آورند.

کمبود B_{۱۲} رشد و راندمان تبدیل غذا را کاهش می‌دهد. سبب تلفات جنینی و در نتیجه کاهش جوجه دهی می‌گردد. همچنین کمبود این ویتامین سبب بروز نوعی کم‌خونی می‌شود.

بین این ویتامین، اسیدفولیک و بعضی از ویتامین‌های دیگر رابطه و اثر متقابل وجود دارد. این ویتامین در انتقال اسید پانتوتنیک در بدن دخالت دارد.

۱۴) ویتامین C

از نظر فرمول شیمیایی این ویتامین از ساده‌ترین انواع ویتامین‌ها است و شباهت ساختمانی نسبی با اسید اسکوربیک دارد. ویتامین C به راحتی از دستگاه گوارش جذب می‌شود و به طور گسترده در تمام بدن پخش می‌گردد. راه دفع آن به طور عمده از طریق ادرار بوده ولی بسته به نوع موجود زنده، راه دفع متفاوت است. در طیور به علت سنتز آن در بدن، در حالت عادی افزودن این ویتامین به خوراک ضروری نیست.

أ. فعالیت فیزیولوژیک ویتامین C

این ویتامین در فعالیت دستگاه‌های ایمنی، تولیدمثل، قلبی، بافت همبند، سیستم عصبی، تنفس، چشم و در شرایط استرس‌زا دارای نقش حساس است. اهمیت این ویتامین در بالا بردن مقاومت بدن بر ضد عفونت‌ها و استرس‌ها است. کمبود آن ضمن کاهش ایمنی باعث کاهش سنتز بافت‌های همبند و در نتیجه کاهش رشد، کاهش کیفیت پوسته تخم‌مرغ و نیز کاهش مقاومت جدار مویرگی در برابر عوامل مکانیکی و ضربه می‌گردد. از دیگر عوامل کمبود ویتامین C می‌توان ایجاد حالتی به نام ساکتی طیور در قفس را نام برد که با علائم فلجی و تحلیل عضلات همراه است.

ب. نقش ویتامین C در سیستم ایمنی

- عملکرد مؤثر و مناسب گلبول سفید خون، فاگوسیتوز و کشتن اجرام بیماری‌زا
- داشتن خاصیت ضدویروسی مستقیم
- داشتن خاصیت باکتری کشی مستقیم
- تقویت تولید پادتن
- تقویت تولید اینترفرون در سلول‌های آلوده به ویروس نیوکاسل تقویت تولید کمپلمان‌ها و تنظیم عملکرد آنزیم لیبواکسیژناز که نتیجه آن تولید لوکوترین‌ها می‌باشد.
- افزایش اتصال سلول‌های نوتروفیل به سلول‌های اندوتلیال تقویت کموتاکسی
- نقش مثبت ویتامین C در افزایش تکثیر لنفوسیت‌ها در استرس گرمایی
- نقش مثبت ویتامین C در خاصیت باکتری کشی هتروفیل‌ها

- میزان اثرگذاری ویتامین C بر روی وضعیت ایمنی به مدیریت مرغداری، طول مدت اضافه نمودن آن به جیره، سن جوجه و تعادل ویتامین C با منشأ داخلی و خارجی بستگی دارد.
- استفاده از ویتامین C به عنوان تقویت‌کننده سیستم ایمنی در بیماری‌ها و عوامل تضعیف‌کننده ایمنی
- کاهش دوره بیماری استافیلوکوکوزیس در طیور
- ویتامین C باعث افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی ویتامین E می‌گردد
- بهبود تقویت تولید پادتن علیه بروسلا آبورتوس و واکسن زنده و کشته نیوکاسل به وسیله ویتامین C

نام ویتامین	شکل طبیعی	شکل تجاری	وظیفه	علائم کمبود
ویتامین A	A_1 = رتینول یا رتینال A_3 = دی هیدرورتینال	- ویتامین A استات و پالمیتات - رتینال	- بینایی - سنتز استروئیدها - شکل‌گیری اپیتلیوم	- اختلال شدید در رشد - کوری - مشکلات پوستی - افزایش حساسیت در برابر عفونت‌ها
ویتامین D	D_2 = ارگوکلسیفرول D_3 = کوله کلسیفرول	- ویتامین D_2 - ویتامین D_3 آزاد	- جذب و تثبیت کلسیم - ویتامین D_3 فعالیت کمتری را در پرندگان دارد	- ریکتز - استئومالاشیا
ویتامین E	α توکوفرول α توکوفرول	- دی ال آلفا توکوفرول - دی ال آلفا توکوفرول استات	- آنتی اکسیدان - تحریک سیستم ایمنی	- تحلیل عضلات - تراوش مزاجی - آنسفالومالاشیا
ویتامین K	K_1 = فیلوکوئینون K_2 = مناکوئینون	K_1 K_2 = منادیون	ضد انعقاد خون	- خونریزی - کم خونی
ویتامین B ₁	تیامین	- تیامین هیدروکلراید - تیامین مونونترات	تجزیه قند	پلی نوریتیس در جوجه‌ها
ویتامین B ₂	ریبوفلاوین	- ریبوفلاوین - ریبوفلاوین ۵-سدیم فسفات	انتقال H_2 در زنجیره تنفسی	- اختلال در رشد - ضعف پا و فلجی
ویتامین B ₆	پیریدوکسین پیریدوکسال پیریدوکسامین	پیریدوکسامین هیدروکلراید	در آنزیم‌هایی که متابولیسم اسیدآمین را کنترل می‌کنند	- کاهش اشتها - کاهش رشد - اختلالات پوستی
اسید پنتوتنیک	کوآنزیم A	- کلسیم و سدیم پنتوتنات - پنتوتنول	تبدیلات درونی اسیدهای چرب، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آمینه	- افت وزن - اختلالات پوستی - اختلالات سیستم عصبی
نیاسین (PP)	اسید نیکوتینیک نیکوتین آمید	- اسید نیکوتینیک - نیکوتین آمین	گروه فعال در آنزیم‌های زنجیره تنفسی	- افت رشد - درماتیت - ضعف شدن پا
اسید فولیک	پتروئیل مونوگلوتامات پتروئیل پلی گلوتامات	- اسید فولیک (پتروئیل مونوگلوتامیک)	بیوسنتز اسید نوکلئیک	- افت رشد - کم خونی - ضعف پا
بیوتین	D-بیوتین آزاد و ترکیبی	D-بیوتین	کوآنزیم در سنتز اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه و پورین‌ها	- زخم پا - اختلال در رشد - مشکلات پا
کولین	کولین (استر)	کولین کلراید	انتقال گروه متیل از اجزای فسفولیپیدها	- کاهش رشد - پروزیس - کبد چرب
ویتامین C	اسید آسکوربیک دی هیدروآسکوربیک اسید	کلسیم و سدیم آسکوربات	سنتز هورمون کورتیکوئید	کاهش مقاومت در برابر استرس

